الوحدة الأولى

الكهربية التيارية والكهرومغناطيسية

الفصل 1

التيار الكهربى وقانون أوم وقانونا كيرشوف.

الدرس الأول	التيار الكهربى وقانون أوم.
الدرس الثانى	توصيل المقاومات.
الدرس الثالث	قانون أوم للدائرة المغلقة.
الدرس الرابع	قانونا كيرشوف.

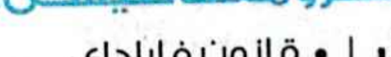
الفصل 2

التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى وأجهزة القياس الكهربى.

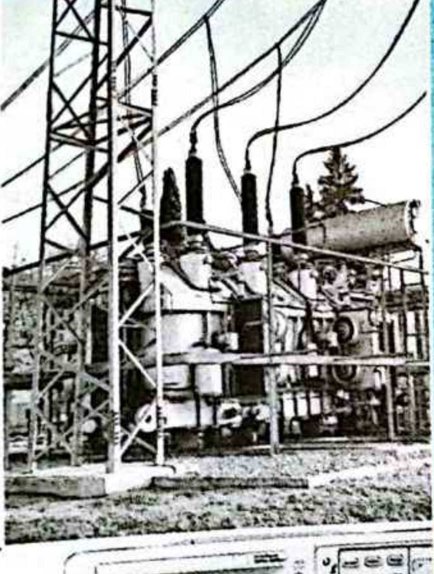
الدرس الأول	التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى.
الدرس الثانى	تابع التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى.
الدرس الثالث	• القوة المغناطيسية. • عزم الازدواج.
الدرس الرابع	أجهزة القياس الكهربى.

الفصل 3

الحث الكهرومغناطيسى.



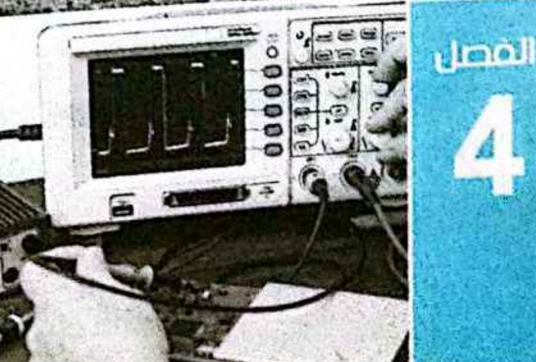
الدرس الأول	• قانون فاراداى. • القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى سلك مستقيم.
الدرس الثانى	• الحث المتبادل بين ملفين. • الحث الذاتى لملف.
الدرس الثالث	المولد الكهربى.
الدرس الرابع	• المحول الكهربى. • المحرك الكهربى.



الفصل 4

دوائر التيار المتردد.

الدرس الأول	دوائر التيار المتردد.
الدرس الثانى	تابع دوائر التيار المتردد.
الدرس الثالث	• الدائرة المهتزة. • دائرة الرنين.



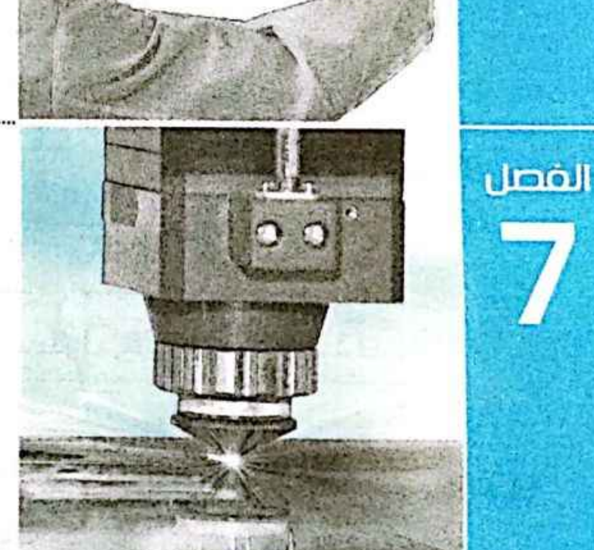
الوحـدة الثانيـة
مقدمة فى الفيزياء الحديثة

الفصل 5
ازدواجيـة الموجـة والجسيـم.

الـدرس الأول
- إشعاع الجسم الأسود.
- الانبعاث الحرارى والتأثير الكهروضوئى.

الدرس الثانى
- ظاهرة كومتون.
- الطبيعة الموجية للجسيم.
- المجهر الإلكترونى.

الفصل 6
الأطيـاف الذريـة.



الفصل 7
الـليـزر.

الفصل 8
الإلكترونيـات الحديثـة.



الـدرس الأول
- بلورة شبه الموصل.
- الوصلة الثنائية.

الدرس الثانى
- الترانزستور.
- الإلكترونيات التناظرية والرقمية.

إجابات الوحدة الأولى

الفصل 1 الدرس الأول

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ ب	٢ ب	٣ جـ	٤ ب
٥ د	٦ (١) ب (٢) أ	٧ ب	
٨ جـ	٩ ب	١٠ د	١١ ب
١٢ أ	١٣ أ	١٤ د	١٥ أ
١٦ د	١٧ ب	١٨ ب	١٩ د
٢٠ ب	٢١ (١) د (٢) ب (٣) جـ		
٢٢ د	٢٣ ب	٢٤ أ	٢٥ جـ
٢٦ د	٢٧ جـ	٢٨ أ	٢٩ د
٣٠ جـ	٣١ جـ	٣٢ أ	٣٣ د
٣٤ د	٣٥ (١) أ (٢) د (٣) د		
٣٦ د	٣٧ د	٣٨ (١) ب (٢) جـ	
٣٩ جـ	٤٠ جـ	٤١ ب	٤٢ أ
٤٣ ب	٤٤ أ	٤٥ ب	٤٦ أ
٤٧ جـ	٤٨ أ	٤٩ جـ	٥٠ د
٥١ جـ	٥٢ ب	٥٣ ب	٥٤ د
٥٥ جـ	٥٦ د	٥٧ د	٥٨ أ
٥٩ د	٦٠ (١) أ (٢) د	٦١ د	
٦٢ جـ	٦٣ ب	٦٤ د	
٦٥ (١) أ (٢) جـ	٦٦ جـ	٦٧ ب	
٦٨ ب	٦٩ د	٧٠ جـ	٧١ ب
٧٢ جـ	٧٣ ب	٧٤ أ	٧٥ ب
٧٦ ب	٧٧ د	٧٨ (١) ب (٢) جـ	
٧٩ (١) جـ (٢) جـ	٨٠ أ	٨١ جـ	
٨٢ (١) ب (٢) أ	٨٣ ب		
٨٤ (١) أ (٢) جـ (٣) جـ			
٨٥ (١) جـ (٢) د	٨٦ ب	٨٧ ب	

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (✱)

٦ (١) ب

$$Q = It = 5 \times 10^{-3} \times 10 = 0.05\ C$$

(٢) أ

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{0.05}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 3.125 \times 10^{17}\ \text{electrons}$$

---

١٥ أ

∵ التيار يتحرك مـن النقطة الأعلى فى الجهد إلى النقطة الأقل فى الجهد.

∴ الاختيار الصحيح هو (أ).

---

٢١ (١) د

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{100}{5} = 20\ V$$

(٢) ب

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{5}{1} = 5\ A$$

(٣) جـ

$$Q = It = 5 \times 2 = 10\ C$$

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{10}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{19}\ \text{electrons}$$

---

٤٢ أ

$$\because P_w = I^2 R \quad , \quad I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t}$$

$$\therefore \frac{(P_w)_1}{(P_w)_2} = \frac{I_1^2 R_1}{I_2^2 R_2} = \frac{N_1^2 R_1}{N_2^2 R_2}$$

$$= \frac{(10^{20})^2 \times R}{(2 \times 10^{20})^2 \times 2R} = \frac{1}{8}$$

---

٥٦ د

$$Q = It$$

$$\because I = \frac{V}{R} \quad , \quad R = \frac{\rho_e \ell}{A}$$

$$\therefore Q = \frac{VAt}{\rho_e \ell}$$

$$\because \sigma = \frac{1}{\rho_e}$$

$$\therefore Q = \frac{\sigma VAt}{\ell}$$

---

٥٧ د

$$\frac{(\rho_e)_{\text{حديد}}}{(\rho_e)_{\text{نحاس}}} = \frac{R_{(\text{حديد})} A_{(\text{حديد})} \ell_{(\text{نحاس})}}{R_{(\text{نحاس})} A_{(\text{نحاس})} \ell_{(\text{حديد})}}$$

$$= \frac{A_{(\text{حديد})}}{A_{(\text{نحاس})}} = \frac{\pi r^2_{(\text{حديد})}}{\pi r^2_{(\text{نحاس})}}$$

$$= \frac{r^2_{(\text{حديد})}}{r^2_{(\text{نحاس})}}$$

$$\therefore \frac{r_{(\text{حديد})}}{r_{(\text{نحاس})}} = \frac{\sqrt{(\rho_e)_{\text{حديد}}}}{\sqrt{(\rho_e)_{\text{نحاس}}}}$$

---

٦٠ (١) ①

$$\rho_e = \frac{RA}{\ell} = \frac{1 \times 1 \times 10^{-6}}{106.3 \times 10^{-2}}$$

$$= \mathbf{9.41 \times 10^{-7}\ \Omega.m}$$

(٢) د

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{1}{9.41 \times 10^{-7}}$$

$$= \mathbf{1.06 \times 10^{6}\ \Omega^{-1}.m^{-1}}$$

---

٦٢ ج



$$I = \frac{Ne}{t} = \frac{2 \times 10^{19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{1} = 3.2\ A$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{64}{3.2} = 20\ \Omega$$

$$R = \frac{\rho_e \ell}{A} = \frac{\rho_e \ell}{\pi r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{\rho_e \ell}{\pi R}} = \sqrt{\frac{3.14 \times 10^{-7} \times 200}{3.14 \times 20}} = \mathbf{10^{-3}\ m}$$

---

٦٣ ب



$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.8}{2} = 0.4\ \Omega$$

$$\rho_e = R\frac{A}{\ell} = 0.4 \times \frac{0.3 \times 10^{-4}}{30}$$

$$= 4 \times 10^{-7}\ \Omega.m$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{1}{4 \times 10^{-7}} = \mathbf{25 \times 10^{5}\ \Omega^{-1}.m^{-1}}$$

---

٦٤ د



$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{1}{5 \times 10^{-7}}$$

$$= \mathbf{2 \times 10^{6}\ \Omega^{-1}.m^{-1}}$$

$$\ell = \frac{RA}{\rho_e} = \frac{R\pi r^2}{\rho_e}$$

$$= \frac{200 \times 3.14 \times (0.05 \times 10^{-3})^2}{5 \times 10^{-7}}$$

$$= \mathbf{3.14\ m}$$

---

٦٥ (١) ① الهبوط فى الجهد :

$$\Delta V = 240 - 220 = 20\ V$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{80} = 0.25\ \Omega$$

$$\ell = 2 \times 2.5 \times 1000 = 5000\ m$$

$$R_{(\text{للمتر الواحد})} = \frac{0.25}{5000} = \mathbf{5 \times 10^{-5}\ \Omega/m}$$

(٢) ج

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A}$$

$$0.25 = 1.57 \times 10^{-8} \times \frac{5000}{3.14 \times r^2}$$

$$\therefore r = \mathbf{0.01\ m}$$

---

٦٨ ب

$$r_2 = \frac{r_1}{2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{r_1^2 \ell_2}{r_2^2 \ell_1} = \frac{r_1^2 \times 2\ell_1}{\frac{1}{4} r_1^2 \times \ell_1} = \mathbf{\frac{8}{1}}$$

---

٦٩ د

$$\rho_e = \frac{RA}{\ell} = \frac{R\pi r^2}{\ell}$$

$$\frac{(\rho_e)_x}{(\rho_e)_y} = \frac{r_x^2 \ell_y}{r_y^2 \ell_x} = \frac{4 r_y^2 \times \ell_y}{r_y^2 \times 2\ell_y} = \frac{4}{2} = \mathbf{\frac{2}{1}}$$

---

٧١ ب



∵ حجم السلك ثابت.

$$\therefore A_1\ell_1 = A_2\ell_2 \quad , \quad \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

$$\because R = \rho_e \frac{\ell}{A}$$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\ell_1 A_2}{\ell_2 A_1} = \frac{A_2^2}{A_1^2}$$

$$\therefore \frac{22.5}{R_2} = \frac{(1.5)^2}{(2)^2}$$

$$\therefore R_2 = \mathbf{40\ \Omega}$$

---

٧٢ ج

$$\ell_1 A_1 = \ell_2 A_2 \quad , \quad \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\ell_1 A_2}{\ell_2 A_1} = \frac{\ell_1^2}{\ell_2^2} = \frac{\ell^2}{(2\,\ell)^2} = \frac{1}{4}$$

$R_2 = \mathbf{4\ R_1}$

---

٧٣ (ب)

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A} = \frac{\rho_e \ell}{\frac{V_{ol}}{\ell}} = \rho_e \frac{\ell^2}{V_{ol}}$$

$$\ell = \sqrt{\frac{RV_{ol}}{\rho_e}} = \sqrt{\frac{20 \times (10 \times 10^{-2})^3}{10^{-7}}} = \mathbf{447.21\ m}$$

---

٧٤ (أ)

$$R_1 = \frac{\rho_e \ell}{A} = \frac{\rho_e \times 3\,\ell}{2\,\ell^2} = \frac{3\,\rho_e}{2\,\ell} = R$$

$$\frac{\rho_e}{\ell} = \frac{2}{3} R$$

$$R_2 = \frac{\rho_e \times 2\,\ell}{3\,\ell^2} = \frac{2\,\rho_e}{3\,\ell} = \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} R$$

$$= \frac{4}{9} R$$

$$R_3 = \frac{\rho_e \ell}{6\,\ell^2} = \frac{\rho_e}{6\,\ell} = \frac{1}{6} \times \frac{2}{3} R$$

$$= \frac{R}{9}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)



٧٥ (ب)

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A} = \rho_e \frac{\ell^2}{V_{ol}} = \rho_e \frac{\ell^2 \rho}{m}$$

$$m = \frac{\rho_e \ell^2 \rho}{R} = \frac{10^{-6} \times 4 \times 7000}{2} = \mathbf{0.014\ kg}$$



٧٦ (ب)

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{\ell}{RA} = \frac{V_{ol}}{RA^2}$$

$$= \frac{2 \times 10^{-4}}{1.25 \times (4 \times 10^{-5})^2} = \mathbf{10^5\ \Omega^{-1}.m^{-1}}$$

---

٧٧ (د) ∵ السلكان من نفس المادة.

∴ المقاومة النوعية والكثافة لهما واحدة.

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\ell_1^2 m_2}{\ell_2^2 m_1} = \frac{(10)^2 \times 0.2}{(40)^2 \times 0.1} = \mathbf{\frac{1}{8}}$$

---

٧٨ (١) (ب)

$$\because R = \rho_e \frac{\ell}{A}$$

$$\therefore \rho_e = \frac{RA}{\ell}$$

$$\because \text{slope} = \frac{\Delta R}{\Delta \ell}$$

$$\therefore \rho_e = \text{slope} \times A = \frac{15-0}{30-0} \times 0.1 \times 10^{-4}$$

$$= \mathbf{5 \times 10^{-6}\ \Omega.m}$$

(٢) (جـ) من الرسم عندما يكون $(\ell = 25\ m)$ فإن :

$R = \mathbf{12.5\ \Omega}$

---

٧٩ (١) (جـ)

$$\because \sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{\ell}{RA}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta R}{\Delta\left(\frac{1}{A}\right)} = \frac{12-6}{(4-2) \times 10^6}$$

$$= 3 \times 10^{-6}\ \Omega.m^2$$

$$\therefore \sigma = \frac{\ell}{\text{slope}} = \frac{12}{3 \times 10^{-6}}$$

$$= \mathbf{4 \times 10^6\ \Omega^{-1}.m^{-1}}$$

(٢) (جـ) عندما تكون مساحة المقطع $0.0025\ cm^2$

$$\frac{1}{A} = 4 \times 10^6\ m^{-2}$$

ومن الرسم : $R = \mathbf{12\ \Omega}$

---

٨١ (جـ)

$$R = \frac{V}{I} \quad , \quad \text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

$$\therefore R = \text{slope} = \frac{10-0}{0.5-0} = 20\ \Omega$$

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{\ell}{RA}$$

$$= \frac{5}{20 \times 0.1 \times 10^{-6}} = \mathbf{2.5 \times 10^6\ \Omega^{-1}.m^{-1}}$$

٨٢ (١) ب

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{(\text{slope})_A}{(\text{slope})_B} = \frac{\tan 30}{\tan 60} = \frac{1}{3}$$

$$\because \frac{R_A}{R_B} = \frac{A_B}{A_A}$$

$$\therefore \frac{1}{3} = \frac{3 \times 10^{-6}}{A_A}$$

$$\therefore A_A = 3 \times 10^{-6} \times 3 = \mathbf{9 \times 10^{-6}\ m^2}$$

(٢) أ

$$\because \frac{R_A}{R_B} = \frac{\ell_A}{\ell_B}$$

$$\therefore \frac{1}{3} = \frac{\ell_A}{3}$$

$$\therefore \ell_A = 3 \times \frac{1}{3} = \mathbf{1\ m}$$

---

٨٣ ب

$$\because R = \frac{V}{I} \quad , \quad \text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

$$\therefore R_x = (\text{slope})_x = \frac{2-0}{0.6-0} = \frac{10}{3}\ \Omega$$

$$R_y = (\text{slope})_y = \frac{1.6-0}{1-0} = 1.6\ \Omega$$

$$\because \rho_e = \frac{RA}{\ell}$$

∵ السلكان لهما نفس الطول.

$$\therefore \frac{(\rho_e)_x}{(\rho_e)_y} = \frac{R_x}{R_y} \times \frac{A_x}{A_y} = \frac{\frac{10}{3}}{1.6} \times \frac{12}{25} = \mathbf{\frac{1}{1}}$$

---

٨٥ (١) جـ

$$\because P_w = \frac{V^2}{R}$$

$$\therefore R = \frac{V^2}{P_w} = \frac{(20)^2}{10} = 40\ \Omega$$

$$\rho_e = \frac{RA}{\ell} = \frac{40 \times 4 \times 10^{-6}}{2}$$

$$= \mathbf{8 \times 10^{-5}\ \Omega.m}$$

(٢) د

$$I = \frac{V}{R} = \frac{20}{40} = 0.5\ A$$

$$N = \frac{It}{e} = \frac{0.5 \times 60}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= \mathbf{1.875 \times 10^{20}\ electron}$$

---

٨٦  

$$\because P_w = \frac{V^2}{R} \qquad \therefore R = \frac{V^2}{P_w}$$

$$\therefore \frac{R_B}{R_A} = \frac{V_B^2 (P_w)_A}{V_A^2 (P_w)_B}$$

$$\because R = \frac{\rho_e \ell}{A} = \frac{\rho_e \ell}{\pi r^2}$$

∵ السلكان من نفس المادة ولهما نفس الطول.

$$\therefore \frac{R_B}{R_A} = \frac{r_A^2}{r_B^2}$$

$$\therefore \frac{r_A^2}{r_B^2} = \frac{V_B^2 (P_w)_A}{V_A^2 (P_w)_B} = \frac{(24)^2 \times 80}{(220)^2 \times 20} = \frac{144}{3025}$$

$$\frac{r_A}{r_B} = \mathbf{\frac{12}{55}}$$

---

٨٧ ب

$$\because P_w = I^2 R$$

$$\therefore R = \frac{P_w}{I^2} = \frac{1}{10^2} = 0.01\ \Omega$$

$$\because R = \frac{\rho_e \ell}{A}$$

$$\therefore A = \frac{\rho_e \ell}{R} = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 2}{0.01} = \mathbf{3.4 \times 10^{-6}\ m^2}$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ لأن بعض المواد تحتوى على وفرة من الإلكترونات الحرة فتسمح بمرور التيار الكهربى (المواد الموصلة)، بينما البعض الآخر لا يحتوى على وفرة من الإلكترونات الحرة فلا يسمح بمرور التيار الكهربى (المواد العازلة).

---

٢ الجهد الكهربى للنقطتين.

---

٣ تزداد شدة التيار الكهربى المار لأن $\left(I = \frac{Q}{t}\right)$.

---

٤ (١) لأن نقل الشحنات الكهربية خلال موصل يلزمه بذل شغل للتغلب على المقاومة الكهربية للموصل.

(٢) لأن تغيير موضع الزالق يغير طول سلك الريوستات الذى يمر به التيار وبالتالى تتغير المقاومة المأخوذة من الريوستات حيث $(R \propto \ell)$ فتتغير شدة التيار المار فى الدائرة حيث $\left(I \propto \frac{1}{R}\right)$.

(٣) لأن ارتفاع درجة حرارة الموصل يعمل على زيادة سعة اهتزاز جزيئاته وزيادة سرعة اهتزاز جزيئاته وبالتالى يزداد معدل تصادم إلكترونات التيار الكهربى مع جزيئات الموصل فتزداد الممانعة لسريان الإلكترونات خلاله فتزداد المقاومة الكهربية للموصل.

---

٥ (١) تزداد شدة التيار الكهربى المار لأن $\left(I = \frac{V}{R}\right)$.

(٢) تظل المقاومة ثابتة.

---

٦ عندما تكون قيمة المقاومة الكهربية للموصل 1 أوم.

---

٧ (١) مقاومة الموصل (A) أكبر، لأن ميل الخط الممثل للموصل (A) أكبر وتبعًا للعلاقة :

$$R = \frac{V}{I} \quad , \quad slope = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

تكون مقاومة الموصل (A) أكبر.

(٢) مساحة مقطع الموصل (B) أكبر، لأن المقاومة (R) تتناسب عكسيًا مع المساحة (A) تبعًا للعلاقة $\left(R = \rho_e \frac{\ell}{A}\right)$ وحيث أن مقاومة الموصل (B) أقل من مقاومة الموصل (A) وكلا الموصلان من نفس المادة ولهما نفس الطول فإن مساحة مقطع الموصل (B) تكون أكبر.

---

٨ عن طريق :

١- زيادة طول السلك.

٢- تقليل مساحة مقطع السلك.

٩ (١) كمية الشحنة الكهربية.

(٢) الشغل.

(٣) المقاومة الكهربية.

(٤) شدة التيار الكهربى.

(٥) كمية الشحنة الكهربية.

---

١٠ (١) لأن المقاومة النوعية تتوقف فقط على نوع المادة عند درجة حرارة معينة.

(٢) لأن المقاومة النوعية للنحاس صغيرة فتكون مقاومة أسلاك النحاس صغيرة فيكون الفقد فى الطاقة الكهربية صغير جدًا.

---

١١ عندما تكون نسبة طول السلك إلى مساحة مقطعه تساوى $1\ m^{-1}$

---

١٢ (١) * العلاقة الرياضية : $V = \frac{W}{Q}$

* الميل : $slope = \frac{\Delta W}{\Delta Q} = V$

(٢) * العلاقة الرياضية :

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A} = \rho_e \frac{\ell}{\pi r^2}$$

* الميل : $slope = \frac{\Delta R}{\Delta\left(\frac{1}{r^2}\right)} = \rho_e \frac{\ell}{\pi}$

(٣) * العلاقة الرياضية : $R = \rho_e \frac{\ell}{A}$

* الميل : $slope = \frac{\Delta R}{\Delta\left(\frac{\ell}{A}\right)} = \rho_e$

(٤) * العلاقة الرياضية : $I = \frac{V}{R} = \frac{VA}{\rho_e \ell}$

* الميل : $slope = \frac{\Delta I}{\Delta\left(\frac{VA}{\ell}\right)} = \frac{1}{\rho_e} = \sigma$

(٥) * العلاقة الرياضية : $V = IR = \rho_e \frac{I\ell}{A}$

* الميل : $slope = \frac{\Delta V}{\Delta\left(\frac{I\ell}{A}\right)} = \rho_e$

١٣

	المقاومة النوعية	التوصيلية الكهربية
تأثير ارتفاع درجة الحرارة	تزداد	تقل

١٤ كلا السلكان لهما نفس معامل التوصيل الكهربى، لأن معامل التوصيل الكهربى (التوصيلية الكهربية) يعتمد فقط على نوع المادة ودرجة حرارة الموصل.

١٥
$$\sigma = \frac{\ell}{AR}$$
$$\sigma_z : \sigma_y : \sigma_x = \frac{3}{6A} : \frac{3}{4A} : \frac{2}{A}$$
$$= 0.5 : 0.75 : 2$$



الفصل 1 الدرس الثانى

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد



١ أ ، ٢ أ ، ٣ (١) ب (٢) ب

٤ ب ، ٥ أ ، ٦ جـ ، ٧ ب

٨ د ، ٩ ب ، ١٠ د

١١ (١) جـ (٢) د (٣) أ ، ١٢ أ

١٣ (١) د (٢) د ، ١٤ ب ، ١٥ جـ

١٦ جـ ، ١٧ (١) د (٢) جـ ، ١٨ جـ

١٩ أ ، ٢٠ (١) ب (٢) جـ ، ٢١ أ

٢٢ جـ ، ٢٣ ب ، ٢٤ د ، ٢٥ ب

٢٦ أ ، ٢٧ جـ ، ٢٨ جـ ، ٢٩ د

٣٠ أ ، ٣١ جـ ، ٣٢ ب ، ٣٣ ب

٣٤ ب ، ٣٥ ب ، ٣٦ جـ ، ٣٧ د

٣٨ جـ ، ٣٩ جـ ، ٤٠ أ ، ٤١ ب

٤٢ ب ، ٤٣ أ ، ٤٤ ب ، ٤٥ ب

٤٦ جـ ، ٤٧ جـ ، ٤٨ جـ ، ٤٩ جـ

٥٠ ب ، ٥١ أ ، ٥٢ د

٥٣ (١) ب (٢) جـ ، ٥٤ ب ، ٥٥ ب



٥٦ د ، ٥٧ جـ ، ٥٨ د ، ٥٩ جـ

٦٠ جـ ، ٦١ د

٦٢ (١) د (٢) (أ) ب (ب) جـ

٦٣ (١) أ (٢) ب (٣) جـ ، ٦٤ ب

٦٥ ب ، ٦٦ جـ ، ٦٧ د ، ٦٨ د

٦٩ (١) د (٢) ب ، ٧٠ (١) ب (٢) د

٧١ جـ ، ٧٢ جـ ، ٧٣ أ ، ٧٤ ب

٧٥ ب ، ٧٦ ب ، ٧٧ جـ ، ٧٨ أ

٧٩ أ ، ٨٠ أ ، ٨١ د ، ٨٢ جـ

٨٣ (١) أ (٢) جـ (٣) ب

٨٤ (١) جـ (٢) أ (٣) أ (٤) ب (٥) أ (٦) أ ، ٨٥ جـ ، ٨٦ أ

٨٧ جـ ، ٨٨ أ ، ٨٩ ب ، ٩٠ جـ

٩١ ب ، ٩٢ أ ، ٩٣ جـ ، ٩٤ د

٩٥ ب ، ٩٦ جـ ، ٩٧ جـ

٩٨ (١) جـ (٢) أ ، ٩٩ أ ، ١٠٠ ب

١٠١ (١) ب (٢) د ، ١٠٢ جـ ، ١٠٣ أ

١٠٤ (١) ب (٢) ب

١٠٥ (١) ب (٢) جـ (٣) د

١٠٦ (١) جـ (٢) جـ (٣) أ

١٠٧ (١) أ (٢) جـ (٣) د (٤) د

١٠٨ أ ، ١٠٩ (١) أ (٢) جـ ، ١١٠ جـ

١١١ (١) ب (٢) د ، ١١٢ (١) جـ (٢) ب

١١٣ (١) ب (٢) جـ ، ١١٤ ب ، ١١٥ أ

١١٦ جـ ، ١١٧ (١) جـ (٢) أ ، ١١٨ ب

١١٩ جـ ، ١٢٠ ب ، ١٢١ د ، ١٢٢ أ

١٢٣ جـ ، ١٢٤ د ، ١٢٥ جـ ، ١٢٦ جـ

١٢٧ (١) ب (٢) جـ ، ١٢٨ ب ، ١٢٩ ب

١٣٠ د ، ١٣١ ب ، ١٣٢ جـ ، ١٣٣ أ

١٣٤ جـ ، ١٣٥ ب ، ١٣٦ جـ ، ١٣٧ ب

١٣٨ ب ، ١٣٩ ب

 (١٤٠) (١) ب (٢) ب (٣) ج  (١٤١) ب

 (١٤٢) أ  (١٤٣) ب  (١٤٤) أ

(١٤٥) (١) ج (٢) ب (٣) أ  (١٤٦) ب

(١٤٧) ج (١٤٨) أ (١٤٩) ج (١٥٠) د

(١٥١) أ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

(٣) (١) ب $\acute{R} = 100 + 150 + 80 = 330\ \Omega$

(٢) ب $\frac{1}{\acute{R}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{150} + \frac{1}{80}$

$\acute{R} = 34.29\ \Omega$

---

(١١) (١) ج

$\acute{R} = \frac{R}{2} + R$

$= \frac{3}{2} + 3 = 4.5\ \Omega$

∴ الاختيار الصحيح هو ج.

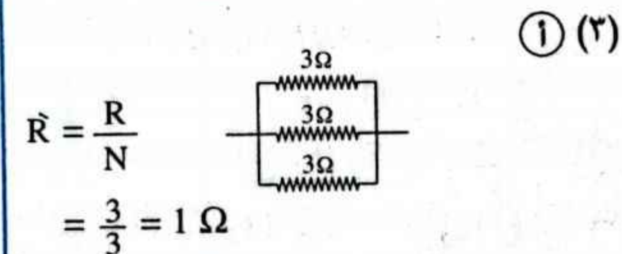
(٢) د

$\acute{R} = \frac{2R \times R}{2R + R}$

$= \frac{6 \times 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2\ \Omega$

∴ الاختيار الصحيح هو د.

(٣) أ



$\acute{R} = \frac{R}{N}$

$= \frac{3}{3} = 1\ \Omega$

∴ الاختيار الصحيح هو أ.

---

(٢٠) (١) ب $R = \frac{V}{I} = \frac{1.2}{0.1} = 12\ \Omega$

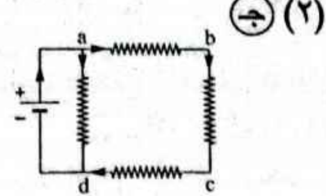
∴ مقاومة كل ضلع من أضلاع المربع = $\frac{12}{4}$

= 3 أوم.

$\acute{R} = \frac{R}{N} = \frac{3 + 3}{2} = 3\ \Omega$

(٢) ج

$\acute{R} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$



$= \frac{3 \times 9}{3 + 9} = 2.25\ \Omega$

---

(٢٧) ج 

$\acute{R} = \frac{V}{I} = \frac{120}{15} = 8\ \Omega$

∵ قيمة كل مقاومة أكبر من المقاومة الكلية لها.

∴ التوصيل على التوازى.

$\acute{R} = \frac{R}{N}$

$8 = \frac{40}{N}$, $N = 5$ مقاومات

---

(٢٨) ج 

$\acute{R} = \frac{V}{I} = \frac{110}{5} = 22\ \Omega$

$R_{(\text{المصابيح})} = 22 - 2 = 20\ \Omega$

∵ توصيل المصابيح فى المنازل يكون على التوازى :

$\therefore R_{(\text{المصابيح})} = \frac{R_{(\text{مصباح})}}{N}$

$20 = \frac{620}{N}$, $N = 31$ مصباح

---

(٢٩) د 

$\acute{R}_{(\text{توازى})} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

$6 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (1)

$\acute{R}_{(\text{توالى})} = R_1 + R_2$

$27 = R_1 + R_2$ (2)

بالتعويض من المعادلة (2) فى المعادلة (1) :

$6 = \frac{R_1 R_2}{27}$

$R_1 R_2 = 162$ (3)

بالتعويض من المعادلة (2) فى المعادلة (3) :

$R_1 (27 - R_1) = 162$

$R_1^2 - 27 R_1 + 162 = 0$

$(R_1 - 18)(R_1 - 9) = 0$

$R_1 = 18\,\Omega \quad , \quad R_2 = 9\,\Omega$

أو العكس

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

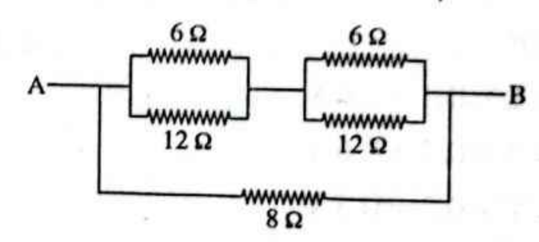
---

٣٨ (جـ)

* عندما يكون المفتاح K مفتوح يمكن إعادة رسم الشكل كما يلى :

$$R_{eq} = \left(\frac{6 \times 12}{6+12}\right) + \left(\frac{6 \times 12}{6+12}\right) = 8\,\Omega$$

* عندما يكون المفتاح K مغلق يمكن إعادة رسم الشكل كما يلى :



∴ مقاومة الفرع العلوى :

$$\grave{R}_1 = \left(\frac{6 \times 12}{6+12}\right) + \left(\frac{6 \times 12}{6+12}\right) = 8\,\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{8}{2} = 4\,\Omega$$

---

٣٩ (جـ) قبل غلق المفتاح :

$$\grave{R}_1 = \frac{(15+30+5) \times (5+45)}{(15+30+5)+(5+45)} + R = 25 + R$$

بعد غلق المفتاح :

$$\grave{R}_2 = \frac{(15+30) \times 5}{(15+30)+5} + \frac{45 \times 5}{45+5} + R = 9 + R$$

$\because \grave{R}_1 = 2\,\grave{R}_2$

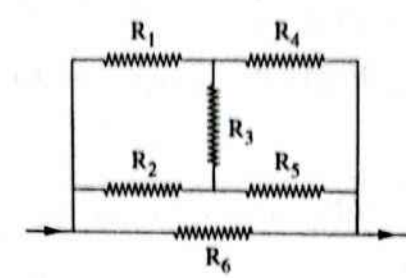
$25 + R = 2 \times (9 + R)$

$R = 7\,\Omega$

---

٤٦ (جـ)

* يمكن إعادة رسم الشكل كالتالى :



∵ الجهد بين طرفى المقاومة R_3 متساوى.

∴ لا يمر تيار فى المقاومة R_3 (تلغى المقاومة).

∵ المقاومات جميعها متماثلة وتساوى R

$$\therefore \frac{1}{\grave{R}} = \frac{1}{R+R} + \frac{1}{R+R} + \frac{1}{R}$$

$$\therefore \grave{R} = \frac{R}{2}$$

---

٤٧ (جـ)

∵ قراءة الأميتر تساوى صفر.

∴ فرق الجهد بين طرفى الأميتر يساوى صفر.

$$\therefore I_{(\text{الفرع العلوى})} \times 4 = I_{(\text{الفرع السفلى})} \times 6$$

$$\frac{I_{(\text{الفرع العلوى})}}{I_{(\text{الفرع السفلى})}} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} \quad ①$$

∵ المقاومتان $4\,\Omega$ ، $8\,\Omega$ متصلتان على التوازى مع المقاومتان $6\,\Omega$ ، R

$$\therefore I_{(\text{الفرع العلوى})} \times (4+8) = I_{(\text{الفرع السفلى})} (6+R)$$

$$\frac{I_{(\text{الفرع العلوى})}}{I_{(\text{الفرع السفلى})}} = \frac{R+6}{12} \quad ②$$

بمساواة المعادلتين ① ، ② :

$$\therefore \frac{3}{2} = \frac{R+6}{12}$$

$R = 12\,\Omega$

---

٦٣ (١) ①

* المقاومتان $3\,\Omega$ ، $6\,\Omega$ متصلتان على التوازى :

$$\grave{R}_1 = \frac{3 \times 6}{3+6} = 2\,\Omega$$

* المقاومتان $\grave{R}_1$ ، $8\,\Omega$ متصلتان على التوالى :

$\grave{R}_2 = 2 + 8 = 10\,\Omega$

* المقاومتان $\grave{R}_2$ ، $10\,\Omega$ متصلتان على التوازى :

$R_t = \frac{10}{2} = 5\,\Omega$

(٢) ب

$I = \frac{V_B}{R_t} = \frac{10}{5} = 2\,A$

(٣) ج

∵ الفرعين اللذان مقاومتهما $\grave{R}_2$ ، $10\,\Omega$ لهما نفس المقاومة.

∴ يتوزع التيار بالتساوى فيهما.

* تيار الفرع $\grave{R}_2$:

$I_1 = \frac{I}{2} = \frac{2}{2} = 1\,A$

* فرق الجهد بين طرفى المقاومتين $3\,\Omega$ ، $6\,\Omega$:

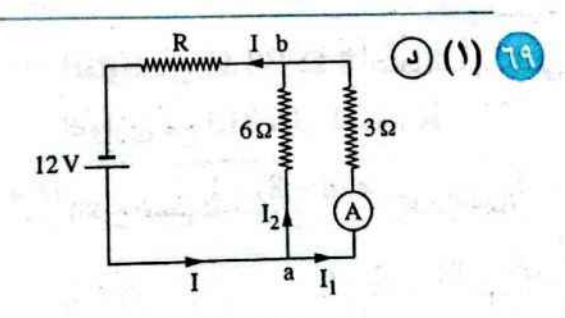
$V_{3,6} = I_1 \grave{R}_1 = 1 \times 2 = 2\,V$

* شدة التيار (I_6) المار فى المقاومة $6\,\Omega$:

$I_6 = \frac{V_{3,6}}{6} = \frac{2}{6} = 0.33\,A$

---

٦٩ (١) د



$V_{ab} = I_1 R_1 = I_2 R_2$

$2 \times 3 = I_2 \times 6$

$I_2 = 1\,A$

$I = I_1 + I_2 = 2 + 1 = 3\,A$

(٢) ب

$\grave{R} = \frac{V_B}{I} = \frac{12}{3} = 4\,\Omega$

$\grave{R} = R + \left(\frac{3 \times 6}{3 + 6}\right)$

$4 = R + 2$

$R = 2\,\Omega$

حل آخر :

$V_R = V_B - V_{ab}$

$= 12 - (2 \times 3)$

$= 6\,V$

$R = \frac{V_R}{I} = \frac{6}{3} = 2\,\Omega$

---

٧٠ (١) ب

$\grave{R} = 30 + 10 = 40\,\Omega$

$I = \frac{V}{\grave{R}} = \frac{12}{40} = 0.3\,A$

(٢) د

$\grave{R} = 10 + \frac{30 \times 20}{30 + 20} = 22\,\Omega$

$I_{(\text{الكلى})} = \frac{V}{\grave{R}} = \frac{12}{22} = 0.55\,A$

$I \times 30 = 0.55 \times \left(\frac{30 \times 20}{30 + 20}\right)$

$I = 0.22\,A$



٧٢ ج

$V = IR$

$V_1 = 6 \times 0.1 = 0.6\,V$

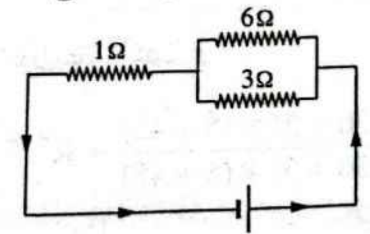
$V_2 = 3 \times 0.2 = 0.6\,V$

$V_3 = 1 \times 0.3 = 0.3\,V$

$\because V_1 = V_2$

$\because I_3 = I_1 + I_2$

∴ المقاومتان $6\,\Omega$ ، $3\,\Omega$ متصلتان على التوازى والمقاومة $1\,\Omega$ متصلة معهما على التوالى، ويكون شكل الدائرة كالآتى :



$\grave{R} = 1 + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 3\,\Omega$



٨٠ أ

* المقاومة المكافئة للمقاومتين $3\,\Omega$ ، $6\,\Omega$:

$\grave{R}_{3,6} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\,\Omega$

$I_1 \grave{R}_{3,6} = 3\,I_2$

$\therefore 2\,I_1 = 3\,I_2$

$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{3}{2}$

* عنـد تغير قيمة المقاومة المأخوذة من المقاومة المتغيرة (R) تتغير قيمة كل من I_1 ، I_2 ولكن تظل النسـبة بينهما ثابتـة وبالتالى الاختيار الصحيح هو (أ).

---

٨٣ (١) (أ)

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{60}$$

$R' = 10\ \Omega$

(٢) (ج)

$$I = \frac{V_B}{R'} = \frac{12}{10} = 1.2\ A$$

(٣) (ب)

∵ الثلاث مقاومات متصلة على التوازى.

∴ فرق الجهد بين طرفى كل مقاومة = 12 V

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{20} = 0.6\ A$$



٨٥ (ج)

$$\because V = IR \quad , \quad R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{\rho_e l}{\pi r^2}$$

∵ السلكان لهما نفس الطول ومن نفس المادة.

$$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{r^2}{(3\,r)^2} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{3}{I_2} = \frac{1}{9}$$

$I_2 = 27\ mA$

$I = I_1 + I_2$

$= 3 + 27 = 30\ mA = 0.03\ A$

---

٨٦ (أ)

$$\because R = \frac{\rho_e l}{A}$$

∵ السلكان لهما نفس الطول ومن نفس المادة.

$$\therefore \frac{R_A}{R_B} = \frac{A_B}{A_A} = \frac{A_B}{2\,A_B} = \frac{1}{2}$$

$R_B = 2\,R_A$

$$R' = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} = \frac{2\,R_A^2}{3\,R_A} = \frac{2}{3}\,R_A$$

$$V = IR' = 3 \times \frac{2}{3}\,R_A = 2\,R_A$$

$$I_A = \frac{V}{R_A} = \frac{2\,R_A}{R_A} = 2\ A$$

$$I_B = I - I_A = 3 - 2 = 1\ A$$

---

٨٧ (ج)

$$\because V = IR \quad , \quad R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{\rho_e l}{\pi r^2}$$

∵ السلكان من نفس المعدن ولهما نفس الطول.

$$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

∵ فـرق الجهد بـين طرفى السـلك ثابت وكذلك قيمة مقاومته.

∴ شدة التيار المار فيه تظل ثابتة وتساوى 8 mA

$$\therefore I_2 = I - I_1 = 10 - 8 = 2\ mA$$

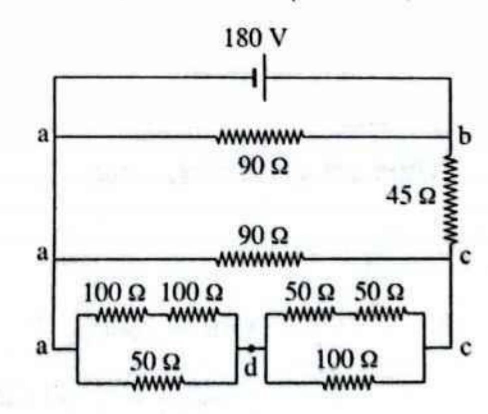
$$\therefore \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{8}{2} = \frac{4}{1}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{4}{1}} = \frac{2}{1}$$

---

٨٨ (أ)

* يمكن إعادة رسم الدائرة كالتالى :

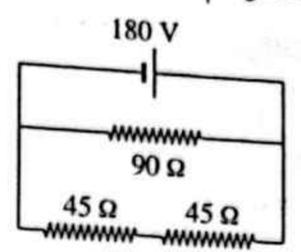


$$R_{ad} = \frac{(100 + 100) \times 50}{(100 + 100) + 50} = 40\ \Omega$$

$$R_{dc} = \frac{(50 + 50) \times 100}{(50 + 50) + 100} = 50\ \Omega$$

$$R_{ac} = \frac{(40 + 50) \times 90}{(40 + 50) + 90} = 45\ \Omega$$

* يمكن إعادة رسم الدائرة مرة أخرى كالتالى :



∴ شدة التيار (I) المار فى المقاومة 45 Ω :

$$I = \frac{V}{R_{(\text{الفرع السفلى})}} = \frac{180}{45+45} = 2\,A$$

---

٩٧ (جـ)

$V_1 = IR \quad , \quad V_2 = I\frac{R}{2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{2\,IR}{IR} = \frac{2}{1}$

---

١٠٢ (جـ)

* أقل قيمة لفرق الجهد V_{ab} عندما تكون المقاومة y تساوى صفر :

∵ المقاومتان x ، z متصلتان على التوالى.

$\therefore \grave{R}_1 = 3000 + 3000 = 6000\,\Omega$

$I = \frac{V}{\grave{R}_1} = \frac{9}{6000} = 1.5 \times 10^{-3}\,A$

$V_{ab} = IR_{ab} = 1.5 \times 10^{-3} \times 3000$

$= 4.5\,V$

* أكبر قيمة لفرق الجهد V_{ab} عندما تكون المقاومة y تساوى 3000 Ω :

∵ المقاومات x ، y ، z متصلة على التوالى.

$\therefore \grave{R}_2 = 3000 + 3000 + 3000 = 9000\,\Omega$

$I = \frac{V}{\grave{R}_2} = \frac{9}{9000} = 10^{-3}\,A$

$V_{ab} = IR_{ab} = 10^{-3} \times (3000 + 3000)$

$= 6\,V$

حل آخر :

* عندما تكون المقاومة y تساوى صفر، يتوزع فرق الجهد (9 V) على المقاومتين x ، z بالتساوى.

∴ فرق الجهد بين النقطتين a ، b يصبح :

$V_{ab} = \frac{9}{2} = 4.5\,V$

* عندما تكون المقاومة y تساوى 3000 Ω، يتوزع فرق الجهد (9 V) بالتساوى على المقاومات الثلاثة x ، y ، z

∴ فرق الجهد بين النقطتين a ، b يصبح 6 V

∴ مدى فرق الجهد بين النقطتين a ، b من 4.5 V إلى 6 V

---

١٠٤ (١) (ب) $\grave{R} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = \frac{18 \times 12}{18+12} = 7.2\,\Omega$

(٢) (ب) $V = I\grave{R} = 1.5 \times 7.2 = 10.8\,V$

---

١٠٥ (١) (ب) المقاومتان 5 Ω ، 5 Ω متصلتان على التوالى :

$\grave{R}_1 = 2 \times 5 = 10\,\Omega$

المقاومات $\grave{R}_1$ ، 5 Ω ، 10 Ω متصلة على التوازى :

$\frac{1}{\grave{R}_2} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}$

$\grave{R}_2 = 2.5\,\Omega$

المقاومتان $\grave{R}_2$ ، 2.5 Ω متصلتان على التوالى :

$R_t = 2.5 + 2.5 = 5\,\Omega$

∴ قيمة المقاومة الكلية للدائرة = 5 Ω

(٢) (جـ) $I = \frac{V}{R_t} = \frac{15}{5} = 3\,A$

(٣) (د) $V_{ab} = I\grave{R}_2 = 3 \times 2.5 = 7.5\,V$

---

١٠٦ (١) (جـ) $\grave{R} = \frac{30}{2} + 30 = 45\,\Omega$

$I = \frac{V_B}{\grave{R}} = \frac{90}{45} = 2\,A$

$V = IR = 2 \times 30 = 60\,V$

(٢) (جـ) $V = V_B = 90\,V$

(٣) (أ) $I = 0 \quad , \quad V = 0$

---

١٠٨ (أ)

$I = \frac{V}{R}$

$I_1 = \frac{50}{20} = 2.5\,A$

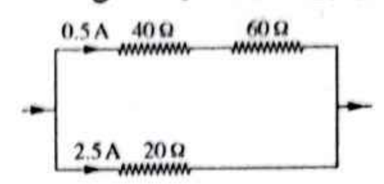
$I_2 = \frac{20}{40} = 0.5\ A$

$I_3 = \frac{30}{60} = 0.5\ A$

$\because I_2 = I_3$

$\because V_1 = V_2 + V_3$

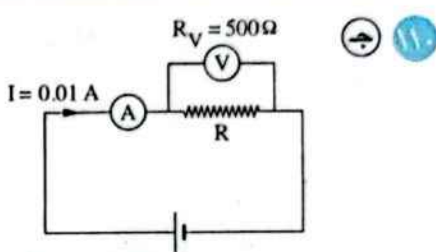
∴ المقاومتان $60\ \Omega$ ، $40\ \Omega$ متصلتان على التوالى والمقاومـة $20\ \Omega$ متصلـة معهما على التوازى، ويكون شكل الدائرة كالآتى :



$\grave{R} = \frac{100 \times 20}{100 + 20} = 16.67\ \Omega$

---

١١٠ ⓙ



$\grave{R} = \frac{V}{I} = \frac{3}{0.01} = 300\ \Omega$

$\grave{R} = \frac{RR_V}{R + R_V}$

$300 = \frac{R \times 500}{R + 500}$

$R = 750\ \Omega$

---

١١١ (١) ⓑ

$\grave{R}_1 = \frac{300 \times 200}{300 + 200} + 400 = 520\ \Omega$

$I = \frac{V_B}{\grave{R}_1} = \frac{130}{520} = 0.25\ A$

$V_{(300)} = 0.25 \times \frac{300 \times 200}{300 + 200} = 30\ V$

(٢) ⓓ $\grave{R}_2 = 300 + \frac{400 \times 200}{400 + 200} = \frac{1300}{3}\ \Omega$

$I = \frac{V_B}{\grave{R}_2} = \frac{130}{\frac{1300}{3}} = 0.3\ A$

$V_{(400)} = 0.3 \times \frac{400 \times 200}{400 + 200} = 40\ V$



١١٤ ⓑ

$R_{(\text{الفرع العلوى})} = 5 + 5 + 5 = 15\ \Omega$

$R_{(\text{الفرع السفلى})} = 5 + 5 + 5 = 15\ \Omega$

$R_t = \frac{15}{2} = 7.5\ \Omega$

$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{12}{7.5} = 1.6\ A$

$\because R_{(\text{الفرع العلوى})} = R_{(\text{الفرع السفلى})}$

$\therefore I_{(\text{الفرع العلوى})} = I_{(\text{الفرع السفلى})} = \frac{I_t}{2} = \frac{1.6}{2} = 0.8\ A$

$\therefore V_{ab} = I_{(\text{الفرع العلوى})} \times (5 + 5) = 0.8 \times 10 = 8\ V$

$V_{ad} = I_{(\text{الفرع السفلى})} \times 5 = 0.8 \times 5 = 4\ V$

$V_{bd} = V_{ab} - V_{ad} = 8 - 4 = 4\ V$



١١٥ ⓐ

$\grave{R}_1 = R + 2\ R = 3\ R$

$\grave{R}_2 = 4\ R + 8\ R = 12\ R$

∵ المقاومتان $\grave{R}_1$ ، $\grave{R}_2$ متصلتان على التوازى.

$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{\grave{R}_2}{\grave{R}_1} = \frac{12\ R}{3\ R} = 4$

$I_1 = 4\ I_2$

$V_{ax} = I_1 R = 4\ I_2 R$

$V_{ay} = I_2 \times 4\ R$

$V_{xy} = V_{ax} - V_{ay} = 4\ I_2 R - 4\ I_2 R = 0$

---

١١٧ (١) ⓙ

$R_{ab} = \frac{2\ R \times 4\ R}{2\ R + 4\ R} = \frac{4\ R}{3}$

∵ قراءة الڤولتميتر = $4\ V$

∵ الفـرع العلـوى يحتوى علـى مقاومتان متساويتان.

$\therefore V_{ab} = 2 \times 4 = 8\ V$

$I = \frac{V_{ab}}{R_{ab}} = \frac{8}{\frac{4\ R}{3}} = \frac{6}{R}$

$V_{bc} = IR_{bc} = \frac{6}{R} R = 6\ V$

(٢) ①

$$V_{ac} = V_{ab} + V_{bc}$$
$$= 8 + 6 = \mathbf{14\ V}$$

---

١٢٣ ⓙ

عند زيادة قيمة المقاومة المتغيرة (S) تزداد المقاومة الكلية للدائرة وتبعًا للعلاقة $\left(I = \frac{V_B}{R'}\right)$ فإن شدة التيار الكلى المار بالدائرة تقل وبالتالى يقل فرق الجهد بين طرفى المقاومة 2 R أى **تقل قراءة الفولتميتر (V)** وبالتالى يزداد فرق الجهد بين طرفى الفرع العلوى والذى به المقاومتين R ، R وتبعًا لقانون أوم فإن شدة التيار المار فيهما تزداد أى **تزداد قراءة الأميتر.**

---

١٢٧ (١) ⓑ

$$V_{DE} = 12 - 10 = 2\ V$$
$$V_{DE} = IR_{DE}$$
$$2 = I \times 1 \quad , \quad I = 2\ A$$

∴ قراءة الأميتر = **2 A**

(٢) ⓙ

$$V_{FG} = 10 - 0 = 10\ V$$
$$V_{FG} = IR'_{FG}$$
$$10 = 2\ R'_{FG} \quad , \quad R'_{FG} = 5\ \Omega$$
$$R'_{FG} = 3 + \frac{3\ R}{3 + R}$$
$$5 = 3 + \frac{3\ R}{3 + R}$$
$$2 = \frac{3\ R}{3 + R}$$
$$3\ R = 6 + 2\ R$$
$$R = \mathbf{6\ \Omega}$$



* عند غلق المفتاح S_1 فقط :

$$I_1 = \frac{V_B}{R'_1} = \frac{V_B}{R + 3\ R} = \frac{V_B}{4\ R}$$
$$V_1 = I_1 \times 3\ R = \frac{V_B}{4\ R} \times 3\ R = \frac{3}{4}\ V_B$$

* عند غلق المفتاح S_2 فقط :

$$I_2 = \frac{V_B}{R'_2} = \frac{V_B}{R + 6\ R} = \frac{V_B}{7\ R}$$
$$V_2 = I_2 \times 6\ R = \frac{V_B}{7\ R} \times 6\ R = \frac{6}{7}\ V_B$$

* عند غلق المفتاحين S_1 ، S_2 :

$$I_3 = \frac{V_B}{R'_3} = \frac{V_B}{R + \frac{3\ R \times 6\ R}{3\ R + 6\ R}} = \frac{V_B}{R + 2\ R} = \frac{V_B}{3\ R}$$
$$V_3 = I_3 \times 2\ R = \frac{V_B}{3\ R} \times 2\ R = \frac{2}{3}\ V_B$$

$$\therefore \mathbf{V_2 > V_1 > V_3}$$



* عندما يكون المفتاحان K_1 ، K_2 مفتوحين معًا :

$$I = \frac{V}{R'}$$
$$= \frac{6}{50 + 20 + 10} = 0.075\ A$$

∴ التيار المار فى المقاومة Ω 20 هو 0.075 A

* فرق الجهد بين طرفى المقاومة Ω 20 (V_{20}) :

$$V_{20} = 0.075 \times 20 = 1.5\ V$$

* عند غلق المفتاحين K_1 ، K_2 تلغى المقاومة Ω 10 :

∵ شدة التيار المار فى المقاومة Ω 20 لا تتغير بغلق المفتاحين.

∴ يظل فرق الجهد بين طرفى المقاومة Ω 20 ثابت ويساوى 1.5 V

$$\therefore V_R = V_{20} = 1.5\ V$$

شدة التيار المار فى المقاومة R (I_R) :

$$I_R = I_2 - I = 0.09 - 0.075$$
$$= 0.015\ A$$
$$\therefore R = \frac{V_R}{I_R} = \frac{1.5}{0.015} = \mathbf{100\ \Omega}$$

١٣١ (ب)

* المصباح a :

عند غلق المفتاح K يمر التيار فى الفرع الذى يحتوى على المفتاح ولا يمر فى المصباح a فينطفئ.

* المصباح b :

عند غلق المفتاح K تقل المقاومة المكافئة للدائرة فتزداد شدة التيار الكلى، فتزداد إضاءة المصباح b تبعًا للعلاقة ($P_w = I^2R$).

∴ الاختيار الصحيح هو (ب).

---

١٣٢ (جـ)

* عند غلق المفتاح K :

– لا يتغير فرق الجهد بين طرفى المصباح A لأن ($r = 0$) وبالتالى لا تتغير شدة إضاءة المصباح A حيث $\left(P_w = \frac{V^2}{R}\right)$.

– تقل المقاومة الكلية للدائرة فتزداد شدة التيار الكلى المار بالدائرة ولكن نظرًا لأن فرق الجهد بين طرفى المصباح A لا يتغير فإن شدة التيار المار فى المصباح A لا تتغير وتكون الزيادة فى شدة التيار الكلى هى زيادة فى شدة تيار الفرع السفلى ونظرًا لأن فرق الجهد بين طرفى الفرع السفلى لا يتغير ويساوى فرق جهد المصدر فإن فرق الجهد بين طرفى المصباح C يزداد لزيادة تيار الفرع وبالتالى فرق الجهد بين طرفى المصباح B يقل.

$\because P_w = \frac{V^2}{R}$

∴ تقل شدة إضاءة المصباح B

١٣٤ (جـ)

* قبل تحريك الزالق :

$V_1 = V_2 = \frac{V_B}{2}$

* بعد تحريك الزالق نحو X :

– يقل الجزء المأخوذ من المقاومة XY والمتصل على التوازى مع المصباح (1) فتقل المقاومة المكافئة لهما ($\grave{R}_1$) ويزداد الجزء المأخوذ من المقاومة XY والمتصل على التوازى مع المصباح (2) فتزداد المقاومة المكافئة لهما ($\grave{R}_2$).

∵ المقاومتان $\grave{R}_1$ ، $\grave{R}_2$ ، متصلتان على التوالى.

∴ التيار المار فيهما متساوى.

$\therefore V_1 < V_2$

$\because V_B = V_1 + V_2$

$\therefore V_1 < \frac{V_B}{2} < V_2$

$\because P_w = \frac{V^2}{R}$

∴ تقل إضاءة المصباح (1) وتزداد إضاءة المصباح (2).

---

١٣٥ (ب)

عند حركة الزالق P من النقطة X إلى النقطة Y تزداد مقاومة الجزء PX وتقل مقاومة الجزء PY فتقل المقاومة الكلية للدائرة وبالتالى تزداد شدة التيار المار فى الدائرة، وتبعًا للعلاقة ($P_w = I^2R$) فإن إضاءة المصباح A تزداد، نتيجة زيادة مقاومة الجزء PX، فإن شدة التيار المار فى المصباح B تزداد فتزداد إضاءة المصباح B

∴ الاختيار الصحيح هو (ب).

(١٣٦) ⓙ

عند تحريك الزالق من P إلى Q لا تتغير المقاومة الكليـة للدائرة ولكن تتغير إحدى نقطتى توصيل الفولتميتر بالدائرة.

∵ القوة الدافعة الكهربية للمصدر ثابتة وكذلك المقاومة الكلية للدائرة ثابتة.

∴ القدرة المستهلكة فى المصباح ثابتة.

∴ شدة إضاءة المصباح لا تتغير.

∵ قيمة المقاومة الموصل بين طرفيها الفولتميتر تقل بتحريك الزالق من P إلى Q

∵ شدة التيار المار فى الدائرة ثابت.

∴ قراءة الفولتميتر تقل.

---

(١٤٠) (١) ⓑ $V_1 = 2 \times 6 = 12\ V$

∵ المقاومات R ، 6 Ω ، 9 Ω متصلة على التوازى.

$\therefore V_1 = V_2 = V_3 = V = 12\ V$

(٢) ⓑ $I_2 = \frac{V_2}{9} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}\ A$

$(P_w)_3 = VI_3$

$I_3 = \frac{(P_w)_3}{V} = \frac{12}{12} = 1\ A$

$I = I_1 + I_2 + I_3 = 2 + \frac{4}{3} + 1 = \frac{13}{3}\ A$

(٣) ⓙ $R = \frac{V}{I_3} = \frac{12}{1} = 12\ \Omega$

---

(١٤١) ⓑ $I_{(\text{مصباح})} = \frac{P_w}{V_{(\text{مصباح})}} = \frac{45}{30} = 1.5\ A$

$V_R = V_B - V_{(\text{مصباح})}$

$= 45 - 30 = 15\ V$

$I_{(\text{مصباح})} = I_R = 1.5\ A$

$\therefore R = \frac{V_R}{I_R} = \frac{15}{1.5} = 10\ \Omega$

---

(١٤٣) ⓑ

* شدة التيار (I) المار فى المقاومة 3 Ω :

$I = \frac{6 - 1.5}{3} = 1.5\ A$

* المقاومة المكافئة بين النقطتين x ، y :

$R' = \frac{V_{xy}}{I} = \frac{1.5}{1.5} = 1\ \Omega$

---

(١٤٤) ①

* عند توصيل المقاومتان على التوازى :

$R'_1 = \frac{10R}{10 + R}$

* عند توصيل المقاومتان على التوالى :

$R'_2 = 10 + R$

∵ فرق الجهد الكلى ثابت.

$\therefore P_w \propto \frac{1}{R'}$

$\therefore \frac{(P_w)_1}{(P_w)_2} = \frac{R'_2}{R'_1}$

$\because (P_w)_1 = 4\,(P_w)_2$

$\therefore \frac{4}{1} = \frac{10 + R}{\left(\frac{10R}{10 + R}\right)}$

$R^2 - 20\,R + 100 = 0$

$\therefore R = 10\ \Omega$

---

(١٤٨) Ⓐ

* نفرض أن مقاومة كل مصباح R
* المصباحان x ، y متصلان على التوالى :

$\therefore V_x + V_y = V_B$

$\because R_x = R_y = R$

$\therefore V_x = V_y = \frac{V_B}{2}$

* المصباح z متصل على التوازى مع المصباحان x، y :

$V_z = V_B$

$\because P_w = \frac{V^2}{R}$

$\therefore (P_w)_x : (P_w)_y : (P_w)_z$

$= \frac{V_B^2}{4R} : \frac{V_B^2}{4R} : \frac{V_B^2}{R}$

$= \mathbf{1 : 1 : 4}$

---

١٤٩ (جـ)

* التوصيل على التوالى : $\acute{R}_1 = NR = 3R$

$(P_w)_{\text{توالى}} = \frac{V^2}{\acute{R}_1} = \frac{V^2}{3R}$

* التوصيل على التوازى : $\acute{R}_2 = \frac{R}{N} = \frac{R}{3}$

$(P_w)_{\text{توازى}} = \frac{V^2}{\acute{R}_2} = \frac{3V^2}{R}$

$\frac{(P_w)_{\text{توالى}}}{(P_w)_{\text{توازى}}} = \frac{V^2}{3R} \times \frac{R}{3V^2} = \frac{1}{9}$

---

١٥٠ (د)

$(P_w)_2 = 2(P_w)_1$

$\frac{V^2}{R_2} = 2\frac{V^2}{R_1}$

$R_2 = \frac{R_1}{2}$

$\frac{15 \times 30}{15 + 30} + R = \frac{30 + R}{2}$

$R = \mathbf{10\ \Omega}$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لأن زيادة طول الموصل تعتبر بمثابة إضافة مقاومات متصلة معًا على التوالى فتزداد مقاومته أما زيادة مساحة مقطع الموصل تعتبر بمثابة توصيل عدة مقاومات على التوازى فتقل مقاومته.

(٢) لأنه إذا وصلت عدة مقاومات على التوازى فإن المقاومة المكافئة لها تتعين من العلاقة :

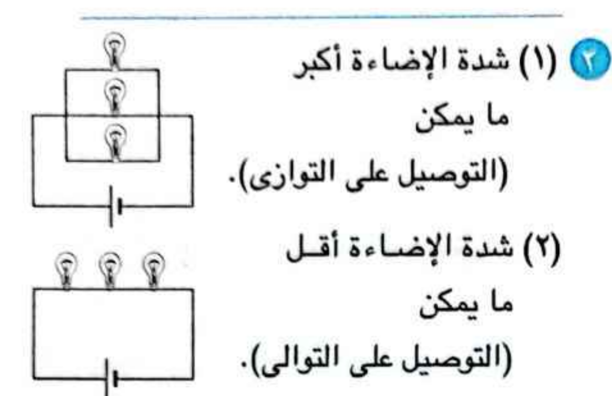
$\frac{1}{\acute{R}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ...$

وبالتالى فإن قيمة المقاومة المكافئة تصبح أقل من قيمة أصغر مقاومة فى المجموعة.

(٣) لأن شدة التيار فى دائرة التوازى تكون أكبر ما يمكن عند مدخل ومخرج التيار لذا تستخدم أسلاك سميكة حتى تكون مقاومتها صغيرة فلا تسخن ولا تنصهر، بينما يتجزأ التيار فى كل مقاومة على حدة فيمكن استخدام أسلاك أقل سُمكًا عند طرفى كل مقاومة.

---

٢ (١) شدة الإضاءة أكبر ما يمكن (التوصيل على التوازى).



(٢) شدة الإضاءة أقل ما يمكن (التوصيل على التوالى).

* شدة التيار الكلى فى حالة التوصيل على التوازى أكبر من شدة التيار الكلى فى حالة التوصيل على التوالى.

---

٣ عند توصيل المقاومتين معًا على التوالى.

---

٤ توصل الأجهزة الكهربية المنزلية على التوازى حتى يعمل كل جهاز على فرق جهد المصدر الكهربى وبالتالى يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده وإذا فُصل أو تلف أى جهاز لا يؤثر على الأجهزة الأخرى ولا توصل على التوالى لأن فى هذه الحالة يتجزأ فرق جهد المصدر الكهربى على الأجهزة وبالتالى يمكن ألا يكون فرق الجهد بين طرفى جهاز مساوى للجهد اللازم لتشغيله، كما لا يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده وعند فصل أو تلف أى جهاز لا تعمل باقى الأجهزة.

---

٥ لأن توصيل المقاومات على التوازى يقلل من قيمة المقاومة الكلية فتزداد القدرة المستهلكة من المصدر حيث $\left(P_w = \frac{V^2}{R}\right)$.

٦ (١) مقاومة السلك A أكبر من مقاومة السلك B لأن ميل الخط البيانى المعبر عن السلك A أكبر من ميل الخط البيانى المعبر عن السلك B حيث $\left(\text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = R\right)$.

(٢) القدرة المستهلكة فى السلك B أكبر من القدرة المستهلكة فى السلك A لأن القدرة المستهلكة تتناسب عكسيًا مع مقاومة السلك عندما يكون فرق الجهد بين طرفى السلك ثابت تبعًا للعلاقة $\left(P_w = \frac{V^2}{R}\right)$.

الفصل 1 الدرس الثالث

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ ب ٢ أ ٣ د

٤ (١) جـ (٢) د (٣) جـ ٥ أ

٦ د ٧ أ ٨ أ ٩ ب

١٠ ب ١١ ب ١٢ جـ ١٣ د

١٤ (١) أ (٢) ب ١٥ (١) ب (٢) د

١٦ ب ١٧ ب ١٨ ب

١٩ (١) جـ (٢) د

٢٠ (١) ب (٢) أ (٣) د

٢١ (١) جـ (٢) ب ٢٢ (١) جـ (٢) ب

٢٣ (١) د (٢) د (٣) جـ

٢٤ (١) د (٢) جـ (٣) جـ

٢٥ ب ٢٦ (١) ب (٢) جـ

٢٧ (١) جـ (٢) جـ ٢٨ ب ٢٩ أ

٣٠ جـ ٣١ د ٣٢ ب ٣٣ أ

٣٤ ب ٣٥ أ ٣٦ جـ ٣٧ د

٣٨ (١) ب (٢) أ ٣٩ (١) ب (٢) جـ

٤٠ أ ٤١ (١) ب (٢) أ

٤٢ (١) د (٢) جـ

٤٣ (١) أ (٢) جـ (٣) ب

٤٤ (١) جـ (٢) د (٣) أ (٤) ب

٤٥ (١) د (٢) د

٤٦ (١) د (٢) أ (٣) ب ٤٧ جـ

٤٨ جـ ٤٩ ب ٥٠ ب ٥١ جـ

٥٢ جـ ٥٣ ب ٥٤ جـ

٥٥ (١) أ (٢) ب ٥٦ (١) ب (٢) د

٥٧ د ٥٨ ب

٥٩ (١) أ (٢) جـ (٣) أ

٦٠ (١) جـ (٢) جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (✻)

٣ د

$V_B = IR + Ir$

$6 = (0.5 \times 10) + (0.5 \times r)$

$r = 2\ \Omega$

---

٤ (١) جـ

$\grave{R} = R_1 + R_2 + R_3 + r$

$= 3 + 6 + 4 + 2 = 15\ \Omega$

(٢) د

$I = \frac{V_B}{\grave{R}} = \frac{30}{15} = 2\ A$

(٣) جـ

$V_6 = IR_2 = 2 \times 6 = 12\ V$

---

١٢ جـ

* فى حالة اعتبار المقاومة الداخلية للبطارية غير مهملة :

عند غلق المفتاح S تقل المقاومة الكلية للدائرة وتزداد شدة التيار الكلى المار بالدائرة.

$\because V = V_B - Ir$

$\therefore$ يزداد المقدار (Ir) فيقل فرق الجهد بين طرفى المصباحين A ، B

$\because P_w = \frac{V^2}{R}$

$\therefore$ شدة إضاءة المصباح B تقل.

* فى حالة إهمال المقاومة الداخلية للبطارية :
عند غلق المفتاح S تقل المقاومة الكلية للدائرة ولكن يظل فرق الجهد بين طرفى المصباحين A ، B ثابت.

∴ **شدة إضاءة المصباح B لا تتغير.**

---

١٣ (د)

* الاختيار (أ) خاطئ لأن المقاومتين متصلتان على التوازى والفولتميتر موصل بين طرفيهما وبالتالى فإن قراءة الفولتميتر تكون 2 V
* الاختيار (ب) خاطئ لأن طرفى الفولتميتر موصلين بسلك فتكون قراءة الفولتميتر 0
* الاختيار (جـ) خاطئ لأن الفولتميتر فى هذه الحالة يكون متصل فى الدائرة على التوالى مع جزء من الدائرة.
* **الاختيار (د) صحيح** لأن مجموعة المقاومات المتصلة على التوازى فرق الجهد بين طرفيها 2 V وفى الفرع السفلى يتجزأ فرق الجهد (2 V) على المقاومتين، والفولتميتر موصل بين طرفى إحدى المقاومتين فيمكن أن تكون قراءته 1.5 V

---

١٤ (١) (أ) $I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{12}{4.7 + 0.3} = 2.4 \text{ A}$

(٢) (ب) $V = IR = 2.4 \times 4.7 = 11.28 \text{ V}$

---

١٥ (١) (ب)

$\because V = V_B - Ir \quad , \quad \because \text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta I}$

$\therefore r = -\text{slope} = -\frac{\Delta V}{\Delta I} = -\frac{(0 - 9)}{(4.5 - 0)}$

$= 2 \ \Omega$

(٢) (د) عندما تكون (I = 0) : $V_B = V$

$\therefore V_B = 9 \text{ V}$

---

١٨ (ب)

$R_{(\text{السلك})} = \rho_e \frac{\ell}{A}$

$= 5 \times 10^{-7} \times \frac{30}{0.3 \times 10^{-4}} = 0.5 \ \Omega$

$\grave{R} = 0.5 + 8.5 = 9 \ \Omega$

$I = \frac{V_B}{\grave{R} + r} = \frac{18}{9 + 1} = 1.8 \text{ A}$

---

١٩ (١) (جـ) عند ضبط الزالق على بداية الريوستات :

$R_{(\text{ريوستات})} = 0$

$I = \frac{V_B}{R + r}$

$0.6 = \frac{6}{R + 1} \quad , \quad R = 9 \ \Omega$

(٢) (د) عند ضبط الزالق على نهاية الريوستات :

$I = \frac{V_B}{R + r + R_{(\text{ريوستات})}}$

$0.1 = \frac{6}{9 + 1 + R_{(\text{ريوستات})}}$

$R_{(\text{ريوستات})} = 50 \ \Omega$

---

٢٠ (١) (ب) $\grave{R} = \frac{6 \times 4}{6 + 4} = 2.4 \ \Omega$

$I = \frac{V_B}{\grave{R} + r} = \frac{6}{2.4 + 0.1} = 2.4 \text{ A}$

(٢) (أ) $P_w = R_t I^2 = (2.4 + 0.1) \times (2.4)^2$

$= 14.4 \text{ W}$

(٣) (د) $V = IR = 2.4 \times 2.4 = 5.76 \text{ V}$

$(P_w)_1 = \frac{V^2}{R_1} = \frac{(5.76)^2}{6} = 5.53 \text{ W}$

---

٢١ (١) (جـ)

∵ المقاومتان R ، 4.5 Ω متصلتان على التوازى.

∴ فرق الجهد ثابت.

$I_1 R = I_2 \times 4.5$

$1 \times R = 2 \times 4.5 \qquad \therefore R = 9 \ \Omega$

(٢) ب

$R_{(الكلية)} = \frac{4.5 \times 9}{4.5 + 9} = 3\ \Omega$

$I = I_1 + I_2 = 1 + 2 = 3\ A$

$V_B = I\,(R_{(الكلية)} + r)$

$= 3 \times (3 + 1) = \mathbf{12\ V}$

---

٢٢ (١) ج المقاومتان $5\ \Omega$ ، $10\ \Omega$ متصلتان على التوالى :

$\grave{R}_1 = 10 + 5 = 15\ \Omega$

المقاومتـان $\grave{R}_1$ ، $30\ \Omega$ متصلتان علـى التوازى :

$\grave{R}_2 = \frac{30 \times 15}{30 + 15} = 10\ \Omega$

المقاومـات $\grave{R}_2$ ، $8\ \Omega$ ، $6\ \Omega$ متصلـة علـى التوالى :

$R_t = 10 + 6 + 8 = \mathbf{24\ \Omega}$

(٢) ب ∵ المقاومتـان $30\ \Omega$ ، $\grave{R}_1$ متصلتـان على التوازى :

$I_1 \grave{R}_1 = I_2 \times 30$

$I_1 \times 15 = 1 \times 30$

$I_1 = 2\ A$

$I = I_1 + I_2 = 2 + 1 = 3\ A$

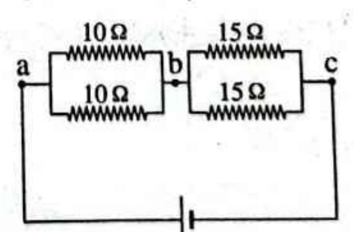
القوة الدافعة الكهربية للمصدر :

$V_B = I\,(R_t + r)$

$V_B = 3 \times (24 + 2) = \mathbf{78\ V}$

---

٢٣ * يمكن إعادة رسم الدائرة كالتالى :



(١) د $R_t = \frac{10}{2} + \frac{15}{2} = \mathbf{12.5\ \Omega}$

(٢) د $I = \frac{V_B}{R_t + r} = \frac{27}{12.5 + 1} = \mathbf{2\ A}$

(٣) ج $V_{bc} = IR_{bc} = 2 \times \frac{15}{2} = \mathbf{15\ V}$

---

٢٥ ب

$I = \frac{V}{R}$

$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{2}{8} = 0.25\ A$

$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{6}{6} = 1\ A$

$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{4}{16} = 0.25\ A$

$\because I_1 = I_3$

$\because V_2 = V_1 + V_3$

∴ المقاومتـان R_1 ، R_3 متصلتان على التوالى والمقاومة R_2 متصلة مع المقاومتان R_1 ، R_3 على التوازى.

* التوصيل كما بالرسم :

$\grave{R} = \frac{24 \times 6}{24 + 6} = 4.8\ \Omega$

$I = 1 + 0.25 = 1.25\ A$

$V_B = I\,(\grave{R} + r)$

$= 1.25 \times (4.8 + 1.2)$

$= \mathbf{7.5\ V}$

---

٢٦ (١) ب $I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{2}{6 + 2} = \mathbf{0.25\ A}$

$V = IR = 0.25 \times 6 = \mathbf{1.5\ V}$

(٢) ج $\grave{R} = \frac{6}{2} = 3\ \Omega$

$I_{(الكلى)} = \frac{V_B}{\grave{R} + r} = \frac{2}{3 + 2} = 0.4\ A$

$I = \frac{0.4}{2} = \mathbf{0.2\ A}$

$V = IR = 0.2 \times 6 = \mathbf{1.2\ V}$

---

٢٧ (١) ج

* المقاومتان $40\ \Omega$ ، $20\ \Omega$ متصلتان على التوالى :

$\grave{R}_1 = 20 + 40 = 60\ \Omega$

* المقاومات $\grave{R}_1$ ، $30\ \Omega$ ، $20\ \Omega$ متصلة على التوازى :

$$\frac{1}{\grave{R}_2} = \frac{1}{60} + \frac{1}{30} + \frac{1}{20}$$

$$\grave{R}_2 = 10\ \Omega$$

* المقاومتان $\grave{R}_2$ ، $10\ \Omega$ متصلتان على التوالى :

$$R_t = 10 + 10 = \mathbf{20\ \Omega}$$

(٢) ج

$$I = \frac{(V_B)_1 + (V_B)_2}{R_t + r_1 + r_2} = \frac{6 + 12}{20 + 2 + 2} = \mathbf{0.75\ A}$$

---

٢٨ ب

$$\because P_w = IV$$

$$\therefore V = \frac{P_w}{I} = \frac{23}{0.5} = 46\ V$$

$$\grave{V}_B = 4\ V_B = 4 \times 12 = 48\ V$$

$$\because \grave{V}_B = V + (I \times 4\ r)$$

$$r = \frac{\grave{V}_B - V}{4\ I} = \frac{48 - 46}{4 \times 0.5}$$

$$= \mathbf{1\ \Omega}$$

---

٣٣ أ

عند زيادة قيمة المقاومة المتغيرة (S) تزداد المقاومة الكلية للدائرة وتبعًا للعلاقة $\left(I = \frac{V_B}{\grave{R} + r}\right)$ تقل شدة التيار الكلى المار فى الدائرة فتقل قيمة المقدار (Ir) وتبعًا للعلاقة $(V_2 = V_B - Ir)$ فإن **قيمة V_2 تزداد.**

زيادة قيمة V_2 تعنى زيادة شدة التيار المار بالمقاومة R بالفرع السفلى وحيث إن التيار الكلى المار بالدائرة قل فهذا يعنى أن التيار المار بالفرع العلوى (المقاومتان R ، S) قل فيقل فرق الجهد بين طرفى المقاومة R فى هذا الفرع ولكن نظرًا لأن فرق الجهد بين طرفى الفرع العلوى (V_2) زاد فبالتالى **يزداد فرق الجهد بين طرفى المقاومة المتغيرة (V_1).**

---

٣٥ أ

* قبل غلق المفتاح K :

$$V_1 = (V_B)_2 - (V_B)_1$$

$$4 = (V_B)_2 - 8$$

$$(V_B)_2 = 12\ V$$

* بعد غلق المفتاح K :

$$I = \frac{(V_B)_2 - (V_B)_1}{R + r_1 + r_2}$$

$$= \frac{12 - 8}{3 + 0.5 + 0.5} = 1\ A$$

$$V_1 = IR = 1 \times 3 = \mathbf{3\ V}$$

$$V_2 = (V_B)_2 - Ir_2$$

$$= 12 - (1 \times 0.5) = \mathbf{11.5\ V}$$

---

٣٨ (١) ب النقطتان B ، D

(٢) أ $$\grave{R} = \frac{(20 + 30) \times (40 + 10)}{20 + 30 + 40 + 10} = 25\ \Omega$$

$$I_{(\text{الكلية})} = 0.25 + 0.25 = 0.5\ A$$

$$V_B = I_{(\text{الكلية})} (\grave{R} + r) = 0.5 \times (25 + 1) = \mathbf{13\ V}$$

---

٤٠ أ

$$\grave{R} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} + 2 + 5 = 9\ \Omega$$

* شدة التيار الكلى :

$$I = \frac{V_B}{\grave{R} + r} = \frac{30}{9 + 1} = 3\ A$$

* فرق الجهد بين طرفى المقاومتين 6Ω ، 3Ω :

$$V = I\grave{R} = 3 \times \left(\frac{3 \times 6}{3 + 6}\right) = 6\ V$$

* شدة التيار المار فى المقاومة $6\ \Omega$:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{6} = \mathbf{1\ A}$$

---

٤١ (١) ب

$$I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{6}{8 + 2} = 0.6\ A$$

$$V_1 = V_B - Ir = 6 - (0.6 \times 2) = \mathbf{4.8\ V}$$

$$V_2 = IR = 0.6 \times 8 = \mathbf{4.8\ V}$$

(٢) ⓐ

$$\grave{R} = \frac{R}{2} = \frac{8}{2} = 4\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{\grave{R} + r} = \frac{6}{4+2} = 1\ A$$

$$V_1 = V_B - Ir = 6 - (1 \times 2) = \mathbf{4\ V}$$

$$V_2 = I\grave{R} = 1 \times 4 = \mathbf{4\ V}$$

---

٤٤ (١) ⓓ

$$V_B = V = 12\ V$$

$$V_B = V + Ir$$

$$12 = 9 + 1.5\, r \quad , \quad r = \mathbf{2\ \Omega}$$

(٢) ⓙ

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9}{1.5} = \mathbf{6\ \Omega}$$

---

٤٥ (١) ⓓ

$$V_B = V + Ir$$

$$12 = 10 + (I \times 2)$$

$$2 = 2\, I$$

$$I = \mathbf{1\ A}$$

(٢) ⓓ

* مقاومة الفرع العلوى :

$$\grave{R}_1 = R + R = 2\, R$$

* مقاومة الفرع السفلى :

$$\grave{R}_2 = R + R = 2\, R$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2\, R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2\, R} = \frac{2}{R}$$

$$R_{eq} = 0.5\, R$$

$$V = IR_{eq}$$

$$10 = 1 \times (0.5\, R)$$

$$R = \mathbf{20\ \Omega}$$

---

٤٦ (١) ⓓ

$$I = \frac{(V_B)_1 - (V_B)_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{4-2}{5+2+1} = \mathbf{\frac{1}{4}\ A}$$

(٢) ⓐ

$$V_{ab} = (V_B)_1 - Ir_1 = 4 - (0.25 \times 2) = \mathbf{\frac{7}{2}\ V}$$

(٣) ⓑ

$$V_{bc} = (V_B)_2 + Ir_2 = 2 + (0.25 \times 1) = \mathbf{2.25\ V}$$




٤٧ ⓙ

$$\because V_B = V + Ir$$

$$\therefore I = \frac{V_B - V}{r} \qquad ①$$

$$\because V = IR$$

$$\therefore I = \frac{V}{R} \qquad ②$$

بمساواة المعادلتين ① ، ② :

$$\therefore \frac{V_B - V}{r} = \frac{V}{R}$$

$$\therefore \mathbf{r = \frac{V_B - V}{V} R}$$



٤٨ ⓙ

∵ مؤشر الجلفانومتر يستقر عند الصفر.

∴ فرق الجهد بين طرفى المقاومة 3 Ω يساوى فرق الجهد بين طرفى المقاومة 6 Ω

وكذلك فـرق الجهد بين طرفى المقاومة 9 Ω يساوى فرق الجهد بين طرفى المقاومة R

$$\because V_{(3\ \Omega)} = V_{(6\ \Omega)}$$

$$I_{(\text{الفرع العلوى})} \times 3 = I_{(\text{الفرع السفلى})} \times 6$$

$$\frac{I_{(\text{الفرع العلوى})}}{I_{(\text{الفرع السفلى})}} = \frac{6}{3} = 2 \qquad ①$$

$$\because V_{(9\ \Omega)} = V_R$$

$$I_{(\text{الفرع العلوى})} \times 9 = I_{(\text{الفرع السفلى})} R$$

$$\frac{I_{(\text{الفرع العلوى})}}{I_{(\text{الفرع السفلى})}} = \frac{R}{9} \qquad ②$$

بمساواة المعادلتين ① ، ② :

$$\therefore \frac{R}{9} = 2$$

$$R = 18\ \Omega$$

$$\therefore \grave{R} = \frac{(3+9) \times (6+18)}{3+9+6+18} = 8\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{\grave{R} + r} = \frac{20}{8+2} = \mathbf{2\ A}$$

٥٣ ب

* شدة التيار المار فى كل مصباح :

$$I = \frac{P_w}{V} = \frac{12}{10.8} = \frac{10}{9}\ A$$

∵ قدرة المصباحين متساوية.

∴ شدة التيار الكلى المار فى الدائرة يساوى $\frac{20}{9} A$

$$\because V = V_B - Ir$$

$$\therefore r = \frac{V_B - V}{I} = \frac{12 - 10.8}{\frac{20}{9}} = 0.54\ \Omega$$

---

٥٤ ج

$$I = \frac{\grave{V}_B}{R_t} = \frac{\grave{V}_B}{\grave{R} + \grave{r}} = \frac{2 V_B - V_B}{R + R + \frac{1}{2} R + \frac{1}{2} R} = \frac{V_B}{3 R}$$

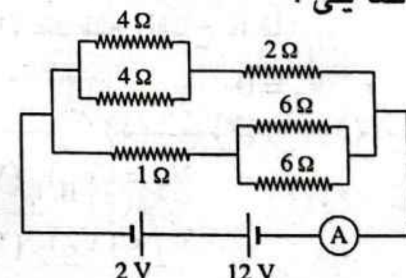
$$V_1 = (V_B)_1 - Ir_1 = 2 V_B - \left(\frac{V_B}{3 R} \times \frac{1}{2} R\right) = \frac{11}{6} V_B$$

$$V_2 = (V_B)_2 + Ir_2 = V_B + \left(\frac{V_B}{3 R} \times \frac{1}{2} R\right) = \frac{7}{6} V_B$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{7 V_B}{6} \times \frac{6}{11 V_B} = \frac{7}{11}$$

---

٥٥ (١) أ يمكن إعادة رسم الدائرة الكهربية كما يلى :



$$\grave{V}_B = 12 - 2 = 10\ V$$

* مقاومة الفرع العلوى :

$$R_1 = \frac{4}{2} + 2 = 4\ \Omega$$

* مقاومة الفرع السفلى :

$$R_2 = 1 + \frac{6}{2} = 4\ \Omega$$

$$\grave{R} = \frac{4}{2} = 2\ \Omega$$

(٢) ب

$$I = \frac{\grave{V}_B}{\grave{R}} = \frac{10}{2} = 5\ A$$

٥٦ (١) ب

$$\grave{V}_B = (V_B)_1 - (V_B)_2 = 12 - 6 = 6\ V$$

$$R_t = \frac{(5 + 7) \times 24}{(5 + 7) + 24} + 4 + \frac{18 \times 9}{18 + 9} = 18\ \Omega$$

$$I = \frac{\grave{V}_B}{R_t} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3}\ A$$

(٢) د

$$\grave{R} = \frac{18 \times 9}{18 + 9} = 6\ \Omega$$

$$V = I\grave{R} = \frac{1}{3} \times 6 = 2\ V$$

$$P_w = \frac{V^2}{R} = \frac{4}{9}\ W$$



٥٧ د

$$V_B = I_1 (R_1 + r) = I_2 (R_2 + r)$$

$$0.5 \times (1.9 + r) = 0.125 \times (10.6 + r)$$

$$r = 1\ \Omega$$

$$V_B = 0.5 \times (1.9 + 1) = 1.45\ V$$

---

٥٨ ب * فى الحالة الأولى :

$$V_B = I (R + r)$$

* فى الحالة الثانية :

$$\grave{R} = \frac{R \times \frac{R}{2}}{R + \frac{R}{2}} = \frac{R}{3}$$

$$V_B = 2 I \times \left(\frac{R}{3} + r\right)$$

$$\therefore I (R + r) = 2 I \times \left(\frac{R}{3} + r\right)$$

$$r = \frac{R}{3}$$

---

٥٩ (١) أ

$$V_B = I (\grave{R} + r)$$

نفرض أن مقاومة السلك الواحد R

* فى حالة التوصيل على التوالى :

$$V_B = 2 \times (2 R + 0.5)$$

$$\therefore V_B = 4 R + 1 \quad ①$$

* فى حالة التوصيل على التوازى :

$$V_B = 6 \times \left(\frac{R}{2} + 0.5\right)$$

$$\therefore V_B = 3 R + 3 \quad ②$$

بمساواة المعادلتين ①، ② :

$4R + 1 = 3R + 3$

$\therefore R = 2\,\Omega$

(٢) ⓙ بالتعويض فى المعادلة ① :

$V_B = (4 \times 2) + 1 = 9\,V$

(٣) ①

$\sigma = \frac{l}{RA} = \frac{0.5}{2 \times 2 \times 10^{-6}}$

$= 125 \times 10^3\,\Omega^{-1}.m^{-1}$

---

٦٠ (١) ⓙ

* عند فتح المفتاح :

$R' = \frac{(R_1 + R_3)\,R_4}{R_1 + R_3 + R_4} = \frac{(6+6) \times 24}{6+6+24} = 8\,\Omega$

$V_B = IR' + Ir = (1 \times 8) + (1 \times r)$

$V_B = 8 + r$ ①

* عند غلق المفتاح تتصل المقاومتان R_2 ، R_3 على التوازى :

$R'_1 = \frac{3 \times 6}{3+6} = 2\,\Omega$

$R' = \frac{(2+6) \times 24}{2+6+24} = 6\,\Omega$

$V_B = IR' + Ir$

$= (1.25 \times 6) + (1.25\,r)$

$V_B = 7.5 + 1.25\,r$ ②

بمساواة المعادلتين ①، ② :

$\therefore 8 + r = 7.5 + 1.25\,r$

$0.5 = 0.25\,r$

$\therefore r = 2\,\Omega$

(٢) ⓙ بالتعويض فى المعادلة ① :

$\therefore V_B = 8 + 2 = 10\,V$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لأن عندما تزداد مقاومة الدائرة تقل شدة التيار المار فيها فيقل فرق الجهد الداخلى Ir وحيث أن V_B ثابت فإن فرق الجهد بين طرفى البطارية يزداد تبعًا للعلاقة $(V = V_B - Ir)$.

(٢) لأن المقاومة الداخلية للعمود تستهلك شغل لكى يمر التيار الكهربى داخل العمود تبعًا للعلاقة $(V_B = V + Ir)$ وبذلك تكون $(V_B > V)$.

---

٢ عندما تكون الدائرة الكهربية مفتوحة.

---

٣ (١) زيادة المقاومة المكافئة للدائرة أو إنقاص شدة التيار المار بالدائرة.

(٢) $\left(I = \frac{V_B}{R + r}\right)$

- القوة الدافعة الكهربية للبطارية.
- المقاومة الكلية للدائرة.

---

٤ يصبح فرق الجهد بين طرفى المصدر مساويًا للقوة الدافعة الكهربية له لأنه تبعًا للعلاقة $(V = V_B - Ir)$ عندما تكون $I = 0$ فإن $(V = V_B)$.

---

٥ (١)

$V_1 = V_B - Ir$

$V_2 = IR$

(٢) عند زيادة قيمة الريوستات (S) تقل قيمة I وتزداد قيمة V_1 وتقل قيمة V_2

(٣) عند فتح المفتاح K فإن :

$V_1 = V_B \quad , \quad V_2 = 0$

---

٦ (١) $V_1 = (V_B)_1$

(٢) $V_2 < (V_B)_2$

(٣) $V_3 > (V_B)_3$

٧

$\because V_B = V + Ir$

$\therefore r = \frac{V_B - V}{I}$

بضرب الطرف الأيمن من المعادلة الأخيرة فى $\left(\frac{R}{R}\right)$.

$\therefore r = \frac{(V_B - V)\,R}{IR} = \frac{(V_B - V)\,R}{V}$

الفصل 1 الدرس الرابع

إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ د ، ٢ ج ، ٣ ج ، ٤ ب

٥ ب ، ٦ ب ، ٧ ج ، ٨ ب

٩ ب ، ١٠ ج ، ١١ (١) ج (٢) أ

١٢ (١) أ (٢) ج (٣) ج ، ١٣ د

١٤ ج ، ١٥ (١) أ (٢) ج ، ١٦ أ

١٧ أ ، ١٨ أ ، ١٩ ج ، ٢٠ ج

٢١ ب ، ٢٢ ج ، ٢٣ ج ، ٢٤ د

٢٥ أ ، ٢٦ ب ، ٢٧ (١) ب (٢) ج

٢٨ (١) د (٢) أ (٣) د

٢٩ (١) ب (٢) ب (٣) ج

٣٠ (١) أ (٢) ج (٣) ب

٣١ (١) ج (٢) أ (٣) د

٣٢ (١) ب (٢) ج (٣) أ

٣٣ (١) ب (٢) ج (٣) ج

٣٤ ج ، ٣٥ ج

٣٦ (١) ب (٢) أ (٣) ج (٤) ب

٣٧ (١) ج (٢) أ ، ٣٨ أ ، ٣٩ د

٤٠ أ ، ٤١ ج

٤٢ (١) ج (٢) ب (٣) د

٤٣ (١) ج (٢) د ، ٤٤ د ، ٤٥ د

٤٦ (١) ج (٢) ج

٤٧ (١) أ (٢) ب (٣) ب (٤) د

٤٨ ب ، ٤٩ (١) أ (٢) ج

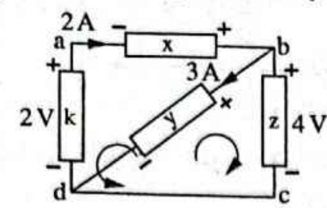
٥٠ ج ، ٥١ ب

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)



١٨ (أ)

نفرض اتجاهات المسارات كما هو موضح بالدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (adcba)

$\Sigma V = 0$

$-V_x + V_z - V_k = 0$

$-V_x + 4 - 2 = 0$

$V_x = 2\ V$

$\therefore (P_w)_x = V_x I_x = 2 \times 2 =$ **4 W**

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (bcdb)

$V_y - V_z = 0$

$V_y - 4 = 0$

$V_y = 4\ V$

$\therefore (P_w)_y = V_y I_y = 4 \times 3 =$ **12 W**

---

٢٥ (أ)

* بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار : (acbda)

$\because \Sigma V_B = \Sigma IR$

$\therefore 15 + 15 = 4\,RI = 4 \times 7.5\ I$

$\therefore I = 1\ A$

* لإيجاد فرق الجهد بين النقطتين a ، b نفترض وجود ڤولتميتر بين هاتين النقطتين.

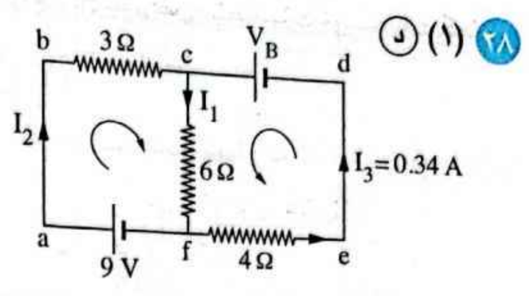
* بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار : (acba)

$15 = (2\,R)\,I + V_{ba}$

$= (2 \times 7.5 \times 1) + V_{ba}$

$V_{ba} =$ **0**

(٢٨) (١) (د)



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (c)

$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$

$I_1 = 0.34 + I_2$ ①

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (edcfe)

$\sum V_B = \sum IR$

$V_B = 6 I_1 + 1.36$ ②

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (abcfa)

$9 = 3 I_2 + 6 I_1$ ③

بالتعويض من المعادلة ① فى المعادلة ③ :

$9 = 3 \times (I_1 - 0.34) + 6 I_1$

$9 I_1 = 10.02$

$\therefore I_1 = 1.11\ A$

(٢) (أ) بالتعويض فى المعادلة ① :

$\therefore I_2 = 1.11 - 0.34 = 0.77\ A$

(٣) (د) بالتعويض فى المعادلة ② :

$\therefore V_B = (6 \times 1.11) + 1.36 = 8.02\ V$

---

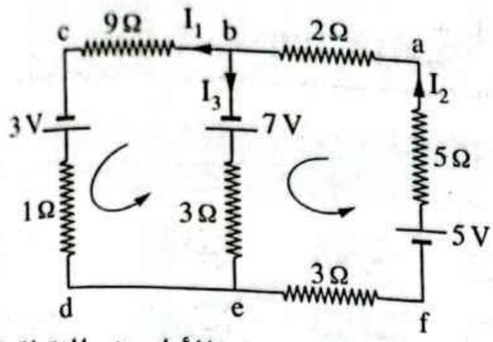
(٢٩) (١) (ب)

فـى الدائـرة المقاومات (18 ، 9 ، 6) أوم متصلة على التوازى فنوجد المقاومة المكافئة لها :

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{18} + \frac{1}{9} + \frac{1}{6}$$

$\therefore R' = 3\ \Omega$

نعيد رسم الدائرة مع استبدال الثلاث مقاومات بالمقاومة المكافئة لها ونفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (b)

$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$

$I_2 = I_1 + I_3$ ①

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (abefa)

$\sum V_B = \sum IR$

$5 + 7 = (3 + 5 + 2)\, I_2 + 3\, I_3$

$12 = 10\, I_2 + 3\, I_3$ ②

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (bcdeb)

$3 - 7 = (9 + 1)\, I_1 - 3\, I_3$

$-4 = 10\, I_1 - 3\, I_3$ ③

بحـل المعادلات ① ، ② ، ③ باسـتخدام الآلة الحاسبة :

$I_1 = -0.1\ A$

الإشـارة السـالبة تعنـى أن الاتجـاه الصحيح للتيار عكس الاتجاه المفترض فى الشكل.

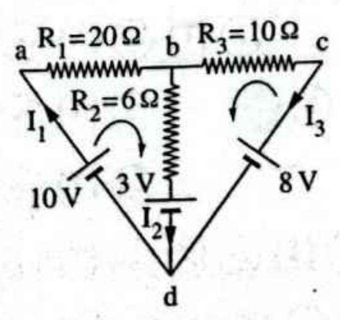
∴ الاختيار الصحيح هو (ب).

(٢) (ب) $I_2 = 0.9\ A$

(٣) (جـ) $I_3 = 1\ A$

---

(٣٠) (١) (أ)



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (b)

$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$

$I_1 = I_2 + I_3$ (1)

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (abda)

$\Sigma V_B = \Sigma IR$

$10 - 3 = 20\, I_1 + 6\, I_2$

$7 = 20\, I_1 + 6\, I_2$ (2)

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (bdcb)

$-3 + 8 = 6\, I_2 - 10\, I_3$

$5 = 6\, I_2 - 10\, I_3$ (3)

بحل المعادلات (1) ، (2) ، (3) باستخدام الآلة الحاسبة :

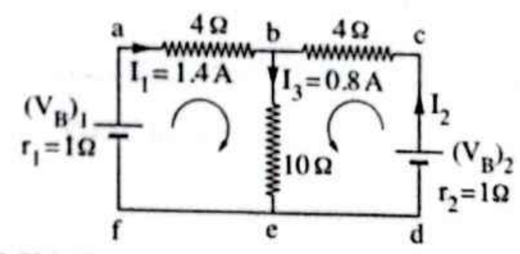
$I_1 = 0.22\ A$

$I_2 = 0.45\ A$ (٢) (ج)

$I_3 = -0.23\ A$ (٣) (ب)

---

٣١ (١) (ج) نفرض اتجاهات المسارات كما هو موضح بالدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (b)

$\Sigma I_{(\text{الداخلة})} = \Sigma I_{(\text{الخارجة})}$

$I_3 = I_1 + I_2$

$\therefore I_2 = 0.8 - 1.4 = -0.6\ A$

والإشارة السالبة تعنى أن الاتجاه الصحيح للتيار عكس الاتجاه المفترض فى الشكل.

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (abefa)

$\Sigma V_B = \Sigma IR$

$(V_B)_1 = 1.4\,(1 + 4) + (0.8 \times 10) = 15\ V$

(٢) (أ) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (cbedc)

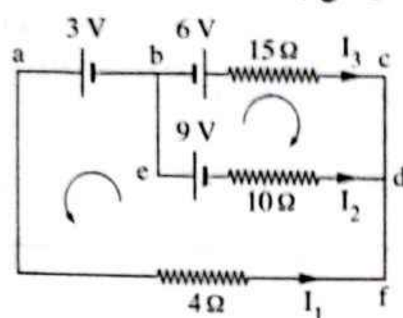
$(V_B)_2 = -0.6\,(1 + 4) + (0.8 \times 10) = 5\ V$

(٣) (د) فرق الجهد بين النقطتين b ، e :

$V_{be} = I_3 R = 0.8 \times 10 = 8\ V$

---

٣٢ (١) (ب) نفرض اتجاهات المسارات كما هو موضح بالدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (d)

$\Sigma I = 0$

$I_1 + I_2 + I_3 = 0$ (1)

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (bcdeb)

$\Sigma V_B = \Sigma IR$

$6 + 9 = 15\, I_3 - 10\, I_2$

$15 = 15\, I_3 - 10\, I_2$ (2)

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (afdeba)

$3 + 9 = 4\, I_1 - 10\, I_2$

$12 = 4\, I_1 - 10\, I_2$ (3)

بحل المعادلات (1) ، (2) ، (3) باستخدام الآلة الحاسبة :

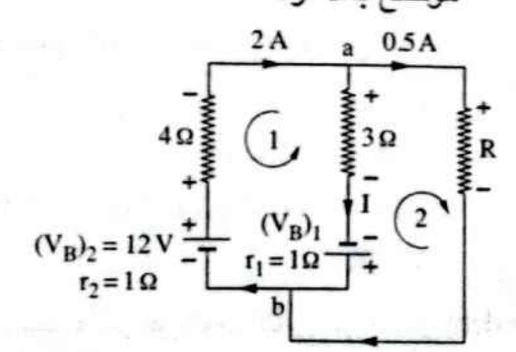
$I_1 = 0.6\ A$

$I_2 = -0.96\ A$ (٢) (ج)

$I_3 = 0.36\ A$ (٣) (أ)

---

٣٣ (١) (ب) نفرض اتجاهات المسارات كما هو موضح بالدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (1)

$\Sigma V = 0$

$2\,(4 + 1) - 12 + V_{ba} = 0$

$V_{ba} = 2\ V$

(٢) ⓙ بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (a)

$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$

$2 = I + 0.5$

$I = 1.5\ A$

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (1)

$\sum V = 0$

$2\,(4+1) - 12 - (V_B)_1 + (1.5\,(3+1)) = 0$

$(V_B)_1 = 4\ V$

(٣) ⓙ بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (2)

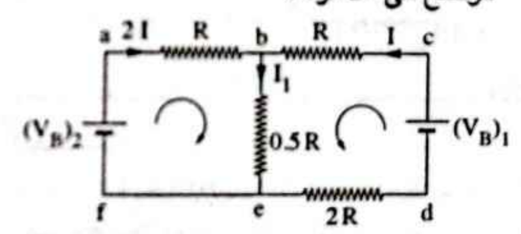
$\sum V = 0$

$-0.5\,R - 4 + (1.5\,(3+1)) = 0$

$R = 4\ \Omega$

---

٣٤ ⓙ نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح فى الدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (b)

$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$

$2I + I = I_1$

$I_1 = 3I$

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (abefa)

$\sum V_B = \sum IR$

$(V_B)_2 = 2\,IR + I_1\,(0.5\,R)$

$= 2\,IR + 3\,I\,(0.5\,R) = 2\,IR + 1.5\,IR$

$(V_B)_2 = 3.5\,IR$ ①

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (bedcb)

$(V_B)_1 = I\,(R + 2\,R) + I_1\,(0.5\,R)$

$= 3\,IR + 3\,I\,(0.5\,R) = 3\,IR + 1.5\,IR$

$(V_B)_1 = 4.5\,IR$ ②

بقسمة المعادلة ② على المعادلة ① :

$\frac{(V_B)_1}{(V_B)_2} = \frac{4.5\,IR}{3.5\,IR} = \frac{9}{7}$

---

٣٦ (١) ⓑ بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (A)

$\sum I = 0$

$I_1 + I_2 - I_3 = 0$ ①

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (1)

$\sum V = 0$

$10.5 - (5+1)\,I_1 + (4+1)\,I_2 - 7 = 0$

$-6\,I_1 + 5\,I_2 = -3.5$ ②

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (2)

$-(2+1)\,I_3 + 7 - (4+1)\,I_2 = 0$

$-5\,I_2 - 3\,I_3 = -7$ ③

بحل المعادلات ① ، ② ، ③ باستخدام الآلة الحاسبة :

$I_1 = 1\ A$

(٢) ⓐ $I_2 = 0.5\ A$

(٣) ⓙ $I_3 = 1.5\ A$

(٤) ⓑ لإيجاد جهد النقطة (A) نتبع المسار (2) إلى نقطة الاتصال بالأرض :

$V_A = 2\,I_3 = 2 \times 1.5 = 3\ V$

---

٣٧ (١) ⓙ بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (A)

$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$

$I_1 + I_2 = I_3$ ①

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (1)

$\sum IR = \sum V_B$

$40\,I_3 + 20\,I_2 = 20$ ②

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (2)

$10\,I_1 + 40\,I_3 = 10$ ③

بحل المعادلات ① ، ② ، ③ باستخدام الآلة الحاسبة :

$I_1 = -\frac{1}{7}\ A$

$I_2 = \frac{3}{7}\ A$

$I_3 = \frac{2}{7}\ A$

∴ شدة التيار المار فى المقاومة R_3 هى $\frac{2}{7}\ A$

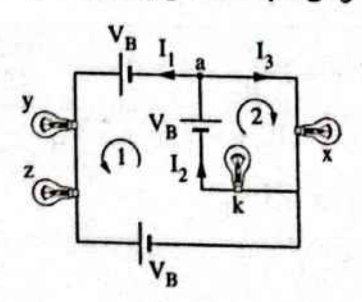
(٢) (أ) البطارية $(V_B)_2$ فى حالة تفريغ أما البطارية $(V_B)_1$ فى حالة شحن وبالتالى تكون القدرة المستهلكة فى الدائرة هى القدرة المستهلكة من البطارية $(V_B)_2$.

$P_w = (V_B)_2\, I_2 = 20 \times \frac{3}{7} = 8.57\ W$



٣٩ (د)

* بفرض أن مقاومة كل مصباح R
* نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كالتالى :



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة a

$\Sigma I_{(\text{الداخلة})} = \Sigma I_{(\text{الخارجة})}$

$I_2 = I_1 + I_3$ ①

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (1)

$\Sigma V_B = \Sigma IR$

$V_B - V_B + V_B = 2\,I_1R + I_2R$

$V_B = 2\,I_1R + I_2R$ ②

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (2)

$V_B = I_2R + I_3R$ ③

بمساواة المعادلتين ② ، ③ :

$\therefore 2\,I_1R + I_2R = I_2R + I_3R$

$\therefore I_3 = 2\,I_1$ ④

بالتعويض من المعادلة ④ فى المعادلة ① :

$I_2 = I_1 + 2\,I_1$

$I_2 = 3\,I_1$

$\because P_w = I^2 R$

$\therefore P_w \propto I^2$

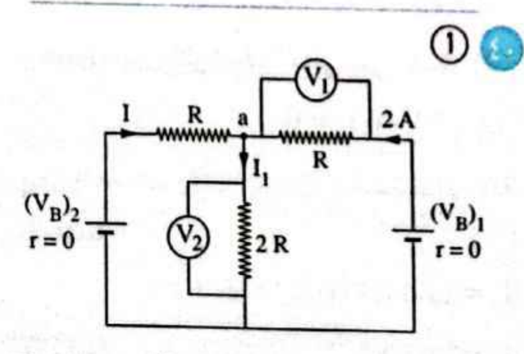
$\because I_2 > I_3 > I_1$

$\therefore (P_w)_k > (P_w)_x > (P_w)_y = (P_w)_z$

∴ المصباح k تتوهج فتيلته بشدة أكبر.

---

٤٠ (1)



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة a

$\Sigma I_{(\text{الداخلة})} = \Sigma I_{(\text{الخارجة})}$

$I + 2 = I_1$

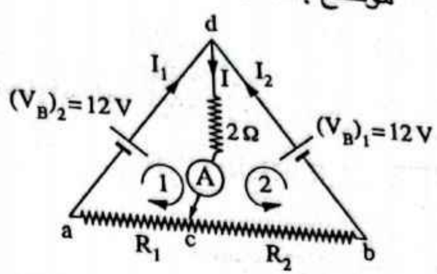
$\because V_1 = 2\,R$

$I_1 \times 2\,R = 4 \times 2\,R$

$(I + 2) \times 2\,R = 8\,R$

$I = 2\ A$

٤٢ (١) (جـ) نفرض اتجاهات المسارات كما هو موضح بالدائرة :



$R_{ab} = R_1 + R_2$

$10 = R_1 + 1.5\ R_1 = 2.5\ R_1$

$R_1 = 4\ \Omega$

$R_2 = 1.5 \times 4 = 6\ \Omega$

بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (d)

$\Sigma I_{(\text{الداخلة})} = \Sigma I_{(\text{الخارجة})}$

$I_1 + I_2 = I$ ①

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (1)

$\Sigma V = 0$

$12 - 2\ I - 4\ I_1 = 0$ ②

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (2)

$12 - 2\ I - 6\ I_2 = 0$ ③

بحل المعادلات ① ، ② ، ③ باستخدام الآلة الحاسبة :

$I_1 = \mathbf{1.64\ A}$

$I_2 = \mathbf{1.09\ A}$ (٢) (ب)

$I = \mathbf{2.73\ A}$ (٣) (د)

---

٤٣ (١) (جـ)

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (XACBYX)

$\Sigma V_B = \Sigma IR$

$14 + V_{XY} = (4 \times 2) + (3 \times 4) + (1 \times 4)$

$V_{XY} = 24 - 14 = \mathbf{10\ V}$

(٢) (د)

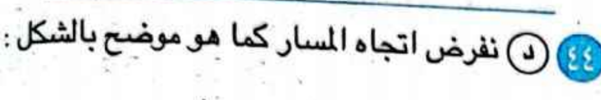
بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (A)

$\Sigma I_{(\text{الداخلة})} = \Sigma I_{(\text{الخارجة})}$

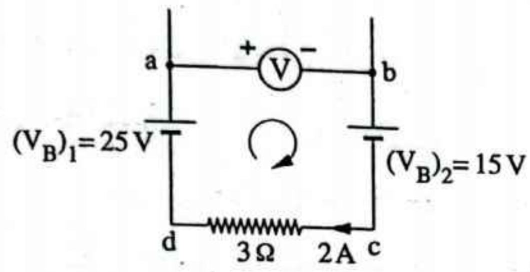
$4 = 3 + I_1 \quad , \quad I_1 = 1\ A$

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (ACBDA)

$(V_B)_2 = (3 \times 4) - (1 \times 1) = \mathbf{11\ V}$



٤٤ (د) نفرض اتجاه المسار كما هو موضح بالشكل :



بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (abcda)

$\Sigma V = 0$

$(V_B)_1 - V_{ab} - (V_B)_2 - IR = 0$

$25 - V_{ab} - 15 - (2 \times 3) = 0$

$V_{ab} = \mathbf{4\ V}$

---

٤٦ (١) (جـ)

$P_w = I^2 R + IV_B$

$210 = (3)^2\ (10 + 4 + 6) + 3\ V_B$

$210 = 180 + 3\ V_B$

$30 = 3\ V_B$

$V_B = \mathbf{10\ V}$

(٢) (جـ) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى

$\Sigma V = 0$

$-V_{ab} + 3\ (6 + 4 + 10) + 10 - 30 = 0$

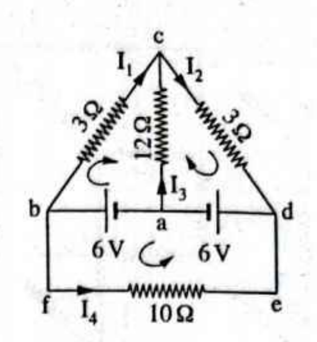
$-V_{ab} + 60 + 10 - 30 = 0$

$-V_{ab} + 40 = 0$

$V_{ab} = \mathbf{40\ V}$



٤٧ (١) ⓐ نفرض اتجاهات المسارات كما هو موضح بالدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (bfedb)

$\sum V_B = \sum IR$

$-6 + 6 = 10\ I_4$

$I_4 = 0$

(٢) ⓑ بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (c)

$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$

$I_2 = I_1 + I_3$ ①

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (abca)

$6 = 3\ I_1 - 12\ I_3$ ②

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (dacd)

$-6 = 12\ I_3 + 3\ I_2$ ③

بحل المعادلات ① ، ② ، ③ باستخدام الآلة الحاسبة :

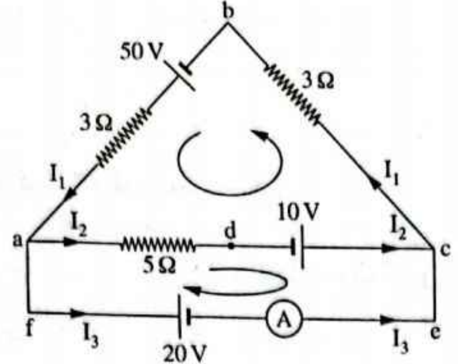
$I_1 = 0.22\ A$

$I_2 = -\ 0.22\ A$ (٣) ⓑ

$I_3 = -\ 0.44\ A$ (٤) ⓓ

الإشارة السالبة تعنى أن الاتجاه الصحيح للتيار عكس الاتجاه المفترض فى الشكل.

٤٨ ⓑ نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح فى الدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (a)

$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$

$I_1 = I_2 + I_3$

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (adcefa)

$\sum V_B = \sum IR$

$20 + 10 = 5\ I_2$

$30 = 5\ I_2$

$I_2 = 6\ A$

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (adcba)

$50 + 10 = 6\ I_1 + 5\ I_2$

$50 + 10 = 6\ I_1 + (5 \times 6)$

$60 = 6\ I_1 + 30$

$30 = 6\ I_1$

$I_1 = 5\ A$

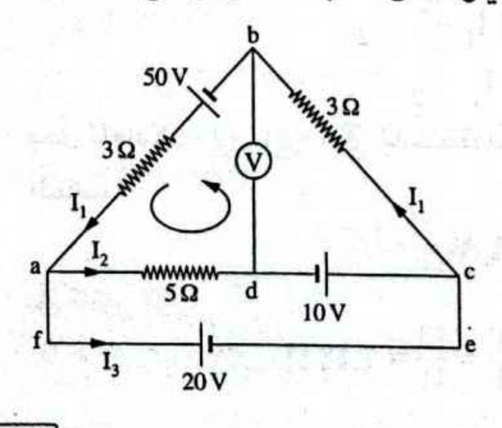
$\because I_1 = I_2 + I_3$

$\therefore 5 = 6 + I_3$

$I_3 = -\ 1\ A$

∴ قراءة الأميتر = 1 A

الإشارة السالبة تعنى أن الاتجاه الصحيح للتيار عكس الاتجاه المفترض فى الشكل.



بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (adba)

$$50 = 3\,I_1 + 5\,I_2 + V$$

$$50 = (3 \times 5) + (5 \times 6) + V$$

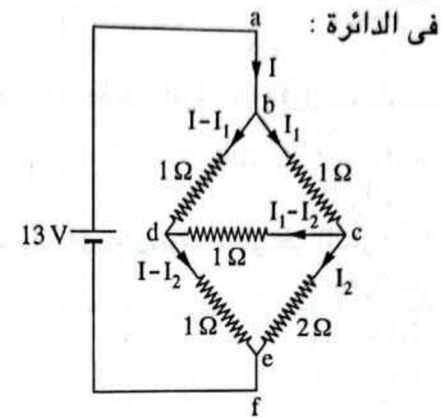
$$50 = 15 + 30 + V$$

$$V = 5\ V$$

∴ قراءة الفولتميتر = **5 V**

---

٥٠ (جـ) نفـرض اتجاهات التيارات كما هو موضح فى الدائرة :



بتطبيـق قانــون كيـرشوف الثانى على المسار (abdefa) فى اتجاه عقارب الساعة

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$13 = 1\,(I - I_1) + 1\,(I - I_2)$$

$$\therefore\ 13 = 2\,I - I_1 - I_2 \quad ①$$

بتطبيـق قانــون كيرشوف الثانى على المسار (abcefa) فى اتجاه عقارب الساعة

$$13 = I_1 + 2\,I_2 \quad ②$$

بتطبيـق قانــون كيرشـوف الثانى على المســار (bcdb) فى اتجاه عقارب الساعة

$$0 = I_1 + (I_1 - I_2) - (I - I_1)$$

$$0 = 3\,I_1 - I - I_2$$

$$I = 3\,I_1 - I_2 \quad ③$$

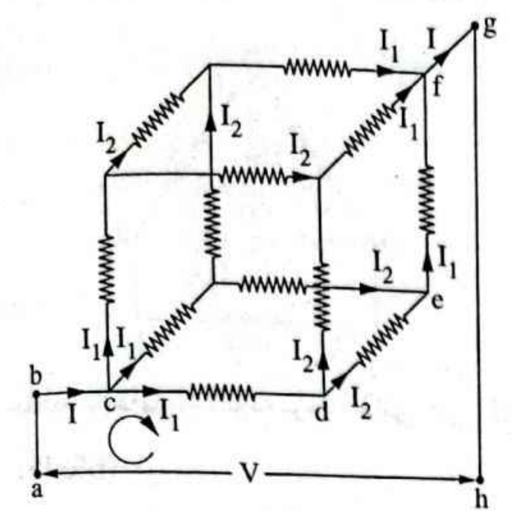
بحل المعادلات ① ، ② ، ③ باسـتخدام الآلة الحاسبة :

$$I = 11\ A$$

من قانون أوم :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{13}{11} = \mathbf{1.18\ \Omega}$$

٥١ (ب) نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة :



من تماثل المســارات فى الدائرة نجد أنه بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (c)

$$\sum I_{(\text{الداخلة})} = \sum I_{(\text{الخارجة})}$$

$$I = 3\,I_1 \quad , \quad I_1 = \frac{I}{3}$$

بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (d)

$$I_1 = 2\,I_2$$

$$\therefore\ I_2 = \frac{I_1}{2} = \frac{I}{6}$$

بتطبيــق قانــون كيرشــوف الثانى على المســار (abcdefgha)

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$IR' = I_1 R + I_2 R + I_1 R$$

$$= \frac{I}{3} R + \frac{I}{6} R + \frac{I}{3} R$$

$$R' = \mathbf{\frac{5}{6}\,R}$$

الفصل 1 إجابات أسئلة الامتحانات

١ (أ)	٢ (د)	٣ (د)	٤ (جـ)
٥ (ب)	٦ (أ)	٧ (د)	٨ (جـ)
٩ (أ)	١٠ (ب)	١١ (أ)	١٢ (د)
١٣ (أ)	١٤ (أ)	١٥ (د)	١٦ (جـ)
١٧ (ب)	١٨ (د)	١٩ (د)	٢٠ (د)
٢١ (ب)	٢٢ (أ)	٢٣ (أ)	٢٤ (أ)
٢٥ (جـ)	٢٦ (ب)	٢٧ (أ)	٢٨ (ب)



الفصل 2 الدرس الأول



أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ (ب) ٢ (د) ٣ (د) ٤ (ب)

٥ (١) (د) (٢) (جـ) (٣) (جـ) (٤) (أ)

٦ (ب) ٧ (١) (جـ) (٢) (جـ) ٨ (ب)

٩ (د) ١٠ (د) ١١ (جـ) ١٢ (د)

١٣ (١) (أ) (ب) (ب) (جـ) (٢) (أ) (ب) (ب) (أ)

١٤ (١) (جـ) (٢) (ب) ١٥ (جـ) ١٦ (جـ)

١٧ (أ) ١٨ (د) ١٩ (أ) ٢٠ (ب)

٢١ (ب) ٢٢ (ب) ٢٣ (د) ٢٤ (ب)

٢٥ (ب) ٢٦ (د) ٢٧ (ب) ٢٨ (ب)

٢٩ (ب) ٣٠ (ب) ٣١ (١) (ب) (٢) (جـ)

٣٢ (أ) ٣٣ (ب)

٣٤ (١) (أ) (٢) (أ) (٣) (جـ) (٤) (ب)

٣٥ (د) ٣٦ (ب) ٣٧ (جـ)

٣٨ (١) (أ) (٢) (د) ٣٩ (د) ٤٠ (جـ)

٤١ (جـ) ٤٢ (أ) ٤٣ (د) ٤٤ (د)

٤٥ (جـ) ٤٦ (جـ) ٤٧ (جـ) ٤٨ (جـ)

٤٩ (د) ٥٠ (أ) ٥١ (أ) ٥٢ (د)

٥٣ (جـ) ٥٤ (١) (أ) (٢) (د) ٥٥ (جـ)

٥٦ (أ) ٥٧ (١) (جـ) (٢) (ب) ٥٨ (د)

٥٩ (أ) ٦٠ (ب) ٦١ (ب) ٦٢ (جـ)

٦٣ (ب)

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

٣ (د) $\phi_m = BA = 0.04 \times 0.2 = 0.008\ Wb$

---

٤ (ب) $\phi_m = BA \cos \theta$

$6 \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-2} \times (20 \times 10^{-2})^2 \times \cos \theta$

$\cos \theta = 0.5$

$\theta = 60°$

$\therefore$ الزاوية التى يصنعها الملف مع خطوط الفيض (θ_1) :

$\theta_1 = 90 - 60 = 30°$

---

٥ (١) (د) $\phi_m = BA \cos \theta$

$= 0.05 \times 2 \times \cos 30 = 0.087\ Wb$

(٢) (جـ) $\phi_m = 0.05 \times 2 \times \cos 45 = 0.07\ Wb$

(٣) (جـ) $\phi_m = 0.1 \times \cos 135 = -0.07\ Wb$

(٤) (أ) $\phi_m = 0.1 \times \cos 180 = -0.1\ Wb$

---

٨ (ب)

$\phi_m = AB \cos \theta$

* فى الموضع x :

$\because$ الملف موازى لخطوط الفيض.

$\therefore \theta_x = 90°$

$\therefore (\phi_m)_x = 0$

* فى الموضع y :

$\because$ العمودى على الملف يصنع زاوية 60° مع المجال.

$\therefore \theta_y = 60°$

$\therefore (\phi_m)_y = 0.2 \times 0.8 \times \cos 60$

$= 0.08\ Wb$

$\Delta\phi_m = (\phi_m)_y - (\phi_m)_x$

$= 0.08 - 0$

$= 0.08\ Wb$

---

٩ (د)

$\because \phi_m = BA \cos \theta$

* فى الوضع (١) :

$\because 0 < \theta_1 < 90$

$\therefore 0 < (\phi_m)_1 < (\phi_m)_{max}$

بدوران الملف فى اتجاه عقارب الساعة حتى وصوله للوضع (٢) يقل الفيض المغناطيسى حتى يصل للصفر.

∴ الاختيار الصحيح هو (د).

١٣ (١) (أ) (ب)

$\phi_m = BA \cos \theta$

$2 \times 10^{-6} = BA \cos 30$

$BA = 2.31 \times 10^{-6}$ Wb

$\phi_m = BA \cos 60$

$= 2.31 \times 10^{-6} \times \cos 60$

$= \mathbf{1.155 \times 10^{-6}}$ **Wb**

(ب) (جـ)

$\phi_m = BA \cos 60$

$= 2.31 \times 10^{-6} \times \cos 60$

$= \mathbf{1.155 \times 10^{-6}}$ **Wb**

(٢) (أ) (ب)

$\phi_m = BA$

$= \mathbf{2.31 \times 10^{-6}}$ **Wb**

(ب) (أ)

$\phi_m = BA \cos 60$

$= 2.31 \times 10^{-6} \times \cos 60$

$= \mathbf{1.155 \times 10^{-6}}$ **Wb**



١٤

$\phi_m = BA \cos 60 = \frac{1}{2} BA$

(١) (جـ)

$2\,\phi_m = BA \cos \theta$

$2 \times \frac{1}{2} BA = BA \cos \theta$

$\cos \theta = 1$

$\theta = 0°$

أى يدور الملف فى عكس اتجاه عقارب الساعة بزاوية **60°**

(٢) (ب)

$\frac{2}{3}\,\phi_m = BA \cos \theta$

$\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} BA = BA \cos \theta$

$\cos \theta = \frac{1}{3}$

$\theta = 70.53°$

أى يدور الملف فى اتجاه حركة عقارب الساعة بزاوية :

$70.53 - 60 = \mathbf{10.53°}$



٢٣ (د)

$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$

$d = \frac{\mu I}{2\pi B} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2\pi \times 2 \times 10^{-5}} = \mathbf{0.04\ m}$

٢٤ (ب)

$R = \rho_e \frac{l}{A} = \frac{4.5 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-8}} = 30\ \Omega$

$I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{8}{30 + 2} = 0.25$ A

$B = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.25}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}}$

$= \mathbf{5 \times 10^{-7}}$ **T**



٢٥ (ب)

$B_x = \frac{\mu I}{2\pi d}$



$d = 10 \sin \theta$

$\because \theta < 90° \qquad \therefore \sin \theta < 1$

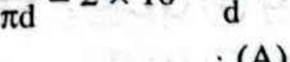
$\therefore d < 10$ cm

$\therefore B_x > \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}}$

$\therefore B_x$ $\mathbf{> 4 \times 10^{-6}}$ **T**

٣١ (١) (ب)

$B = \frac{\mu I}{2\pi d} = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$



عند النقطة (A) :

$B_{(سلك)} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{2}{0.2} = 2 \times 10^{-6}$ T

∵ المجالان فى نفس الاتجاه.

$\grave{B} = (2 \times 10^{-6}) + (4 \times 10^{-6}) = \mathbf{6 \times 10^{-6}}$ **T**

(٢) (جـ)

عند النقطة (B) :

$B_{(سلك)} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{2}{0.3} = 1.33 \times 10^{-6}$ T

∵ المجالان فى اتجاهين متضادين.

$\grave{B} = (4 \times 10^{-6}) - (1.33 \times 10^{-6}) = \mathbf{2.67 \times 10^{-6}}$ **T**

 (أ)

$$B_{(\text{سلك})} = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 40}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}}$$

$$= 8 \times 10^{-5}\ T$$

بتطبيق قاعدة أمبير لليد اليمنى على السلك نجد أن اتجاه الفيض الناشئ عنه عند النقطة P فى مستوى الصفحة وإلى اليسار أى فى نفس اتجاه المجال الخارجى.

$$\therefore B_t = B_{(\text{سلك})} + B_{(\text{خارجى})}$$

$$= (8 \times 10^{-5}) + (6 \times 10^{-5})$$

$$= \mathbf{1.4 \times 10^{-4}\ T}$$

 (ب)

* عند النقطة P :

$$B_{(\text{سلك})} = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الداخل.

$$B_t = B_{(\text{سلك})} + B_{(\text{مجال})}$$

$$3B = B_{(\text{سلك})} + B$$

$$\therefore B_{(\text{سلك})} = 2B$$

* عند النقطة Q :

$$B_{(\text{سلك})} = \frac{\mu I}{2\pi d} = 2B$$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الخارج.

$$\therefore B_t = B_{(\text{سلك})} - B_{(\text{مجال})}$$

$$= 2B - B$$

$$= \mathbf{B}$$

---

٣٤ (١) (أ)

$\because$ التيار يمر عموديًا على الصفحة وإلى الخارج.

$\therefore$ الفيض المغناطيسى يأخذ اتجاه عكس عقارب الساعة حسب قاعدة اليد اليمنى لأمبير ويكون اتجاه B مماسًا للدائرة عند أى نقطة.

بجمع المتجهات :

عند النقطة (1) :

$$B_1 = \sqrt{H^2 + H^2}$$

$$= (\sqrt{2}\,H)\ T$$

(٢) (أ)

عند النقطة (2) : $B_2 = 0$

(٣) (جـ)

عند النقطة (3) :

$$B_3 = (\sqrt{2}\,H)\ T$$

(٤) (ب)

عند النقطة (4) : $B_4 = (2H)\ T$

---

٣٨ (١) (أ)

عند النقطة (P) :

$$B_t = B_1 + B_2 = \frac{\mu I_1}{2\pi d_1} + \frac{\mu I_2}{2\pi d_2}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 5 \times 10^{-2}} + \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2\pi \times 15 \times 10^{-2}}$$

$$= (8 \times 10^{-6}) + (5.33 \times 10^{-6})$$

$$= \mathbf{1.33 \times 10^{-5}\ T}$$

(٢) (د)

عند النقطة (P) :

$$B_t = B_1 - B_2$$

$$= (8 \times 10^{-6}) - (5.33 \times 10^{-6})$$

$$= \mathbf{2.67 \times 10^{-6}\ T}$$

---

٤٢ (أ)

* بفرض المسافة بين السلك (1) والنقطة x تساوى d تكون المسافة بين السلك (2) والنقطة x تساوى 2 d

$$(B_1)_x = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الخارج.

$$(B_2)_x = \frac{\mu I}{2\pi \times 2d} = \frac{\mu I}{4\pi d}$$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الداخل.

$$\therefore B_x = (B_1)_x - (B_2)_x = \frac{\mu I}{2\pi d} - \frac{\mu I}{4\pi d}$$

$$= \frac{\mu I}{4\pi d}$$

$$(B_1)_y = \frac{\mu I}{2\pi \times 2d} = \frac{\mu I}{4\pi d}$$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الداخل.

$$(B_2)_y = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الخارج.

$$\therefore B_y = (B_2)_y - (B_1)_y = \frac{\mu I}{2\pi d} - \frac{\mu I}{4\pi d}$$

$$= \frac{\mu I}{4\pi d}$$

$$\therefore \frac{B_x}{B_y} = \frac{\mu I}{4\pi d} \times \frac{4\pi d}{\mu I} = \frac{1}{1}$$



٤٣ (د)

* عند (P) :

$$B_2 = \frac{\mu I_2}{2\pi d_2}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5}\ T$$

$$B_1 = B_t - B_2 = (6 \times 10^{-5}) - (2 \times 10^{-5})$$

$$= 4 \times 10^{-5}\ T$$

$$I_1 = \frac{B_1 \times 2\pi d_1}{\mu} = \frac{4 \times 10^{-5} \times 2\pi \times 10 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7}}$$

$$\therefore I_1 = 20\ A$$

* عند (Q) :

$$B_1 = \frac{\mu I_1}{2\pi d_1}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2\pi \times 30 \times 10^{-2}} = 1.33 \times 10^{-5}\ T$$

$$B_2 = \frac{\mu I_2}{2\pi d_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5}\ T$$

$$B_t = B_2 - B_1 = (2 \times 10^{-5}) - (1.33 \times 10^{-5})$$

$$= 6.7 \times 10^{-6}\ T$$

---

٤٤ (د)

$$B_x = B_1 + B_2 \qquad \because B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

$$B_y = B_1 - B_2$$

$$\therefore \frac{B_x}{B_y} = \frac{\frac{I}{d} + \frac{I}{d}}{\frac{I}{2d} - \frac{I}{4d}} = \frac{2}{\frac{1}{4}} = 8$$

$$\therefore B_y = \frac{B_x}{8} = \frac{B}{8}$$

---

٤٥ (ج)

$$B_1 = \frac{\mu I}{2\pi d} = B$$

اتجاهه عمودى على الصفحة إلى الداخل.

$$B_2 = \frac{2\mu I}{2\pi d} = 2B$$

اتجاهه عمودى على الصفحة إلى الخارج.

$$B_t = B_2 - B_1 = 2B - B = B$$

اتجاهه عمودى على الصفحة إلى الخارج.

---

٤٦ (ج)

$$(B_A)_x = \mu \frac{I}{2\pi d}$$

$$(B_B)_x = \mu \frac{2I}{4\pi d} = \mu \frac{I}{2\pi d}$$

$$\therefore B_x = (B_A)_x + (B_B)_x = \mu \frac{I}{\pi d} = 10^{-6}\ T$$

$$(B_A)_y = \mu \frac{I}{6\pi d}$$

$$(B_B)_y = \mu \frac{2I}{4\pi d} = \mu \frac{I}{2\pi d} = \mu \frac{3I}{6\pi d}$$

$$\therefore B_y = (B_A)_y + (B_B)_y = \mu \frac{4I}{6\pi d}$$

$$= \frac{2}{3} \mu \frac{I}{\pi d} = \frac{2}{3} \times 10^{-6}$$

$$= 6.67 \times 10^{-7}\ T$$

٥٤

$$I_1 = \frac{Ne}{t} = \frac{7.5 \times 10^{20} \times 1.6 \times 10^{-19}}{3} = 40\ A$$

$$I_2 = 40\ A$$

$$B_1 = \frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 40}{2\pi \times 2.5 \times 10^{-2}}$$

$$= 3.2 \times 10^{-4}\ T$$

$$B_2 = 3.2 \times 10^{-4}\ T$$

(١) (أ) $B_t = B_1 - B_2 = 0$

(٢) (د) $B_t = B_1 + B_2 = 6.4 \times 10^{-4}\ T$

---

٥٥ (جـ) لا يحدث انحراف لمؤشر البوصلة عند نقطة التعادل حيث :

$B_1 = B_2$

$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$

$\frac{2}{20} = \frac{I_2}{40}$, $I_2 = 4\ A$

∵ نقطة التعادل تقع بين السلكين.

∴ اتجاه التيار فى السلك الثانى هو نفس اتجاهه فى السلك الأول أى **من الجنوب للشمال.**

---

٥٦ (أ)

التيـاران فى اتجاه واحد لأن نقطة التعادل بين السلكين.

عند نقطة التعادل : $B_a = B_b$

$\frac{I_a}{d_a} = \frac{I_b}{d_b}$

$\frac{5}{10} = \frac{8}{d_b}$

$d_b = \frac{80}{5} = 16\ cm$

المسافة بين السلكين :

$d = 16 + 10 = 26\ cm$

---

٥٧ (١) (جـ) $B_1 = B_2$

$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$, $\frac{2}{d_1} = \frac{3}{0.3 - d_1}$

$3d_1 = 0.6 - 2d_1$, $5d_1 = 0.6$

$\therefore d_1 = 0.12\ m$

∴ نقطـة التعادل على بُعد **0.12 m** من السـلك الأول.

(٢) (ب) $B_1 = B_2$

$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$, $\frac{2}{d_1} = \frac{3}{0.3 + d_1}$

$3\ d_1 = 0.6 + 2\ d_1$, $d_1 = 0.6\ m$

$d_2 = 0.3 + 0.6 = 0.9\ m$

∴ نقطـة التعـادل على بُعد **0.9 m** من السـلك الثانى.

---

٥٨ (د)

عند نقطة التعادل : $B_1 = B_2$

$\frac{4}{d - a} = \frac{1}{a}$

$4\ a = d - a$, $5\ a = d$, $a = \frac{d}{5}$

عند زيادة شدة تيار السلك (2) إلى 4 A يصبح موضـع نقطة التعادل فى منتصف المسـافة بين السلكين ويكون :

$\frac{1}{2}\ d = a + 10$

$\frac{1}{2}\ d = \frac{d}{5} + 10$

$\frac{d}{2} - \frac{d}{5} = 10$

$d = \frac{100}{3} = 33.33\ cm$

---

٦١ (ب)

* عند النقـطة Q يكون اتجاه المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار :

- I_1 عمودى على الصفحة وإلى الداخل.
- I_2 عمودى على الصفحة وإلى الخارج.
- I_3 عمودى على الصفحة وإلى الخارج.

$\because B_Q = 0$

$\therefore B_1 = B_2 + B_3$

$\frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{\mu I_2}{2\pi d} + \frac{\mu I_3}{2\pi \times 2d}$

$I_1 = I_2 + \frac{1}{2} I_3$

$\therefore I_1 < (I_2 + I_3)$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لتولد مجالين مغناطيسيين متضادين عند أى نقطة بين السلكين فتتكون نقطة التعادل بين السلكين حيث يلاشى تأثير كل منهما الآخر.

(٢) لتولد مجالين مغناطيسيين متضادين عند أى نقطة خارج السلكين، فتتكون نقطة التعادل خارج السلكين حيث يلاشى تأثير كل منهما الآخر.

---

٢ أن يكون التياران متساويان فى المقدار وفى اتجاهين متضادين.

---

٣ أجب بنفسك.

---

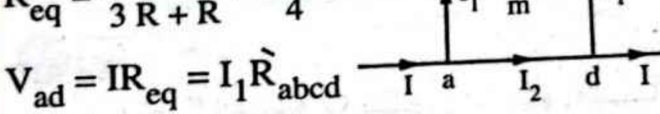
٤ عندما تكون شدة التيار المار فى أحد السلكين ثلاثة أمثال شدة التيار المار فى السلك الآخر.

---

٥ أجب بنفسك.

---

٦ ∵ طول كل ضلع هو ℓ والسلك منتظم المقطع فإن مقاومة جميع أضلاع المربع متساوية وكل منها R :



$$\grave{R}_{abcd} = 3R$$

$$R_{eq} = \frac{3R \times R}{3R + R} = \frac{3R}{4}$$

$$V_{ad} = IR_{eq} = I_1 \grave{R}_{abcd}$$

$$I \times \frac{3R}{4} = I_1 \times 3R$$

$$I_1 = \frac{I}{4}$$

$$I_2 = I - I_1 = I - \frac{I}{4} = \frac{3I}{4}$$

∵ كثافة الفيض المغناطيسى الناشئة عن الأضلاع ab ، bc ، cd متساوية والبُعد العمودى بين أى منها والنقطة m هو $0.5\,\ell$

$$\therefore B_{ab} = B_{bc} = B_{cd}$$

$$= \frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{\mu \frac{I}{4}}{2\pi \times 0.5\,\ell} = \frac{\mu I}{4\pi\ell}$$

ويكون اتجاهها إلى داخل الصفحة.

$$\because B_{ad} = \frac{\mu I_2}{2\pi d} = \frac{\mu \times \frac{3I}{4}}{2\pi \times 0.5\,\ell} = \frac{3\mu I}{4\pi\ell}$$

ويكون اتجاهها إلى خارج الصفحة.

$$\therefore B_t = B_{ab} + B_{bc} + B_{cd} - B_{ad} = \frac{3\mu I}{4\pi\ell} - \frac{3\mu I}{4\pi\ell}$$

$$\therefore B_t = 0$$

الفصل 2 الدرس الثانى

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ ج — ٢ أ — ٣ ج — ٤ د

٥ ج — ٦ د — ٧ ج — ٨ ج

٩ (١) د (٢) ب — ١٠ ب — ١١ د

١٢ د — ١٣ ج — ١٤ أ — ١٥ ج

١٦ ج — ١٧ (١) د (٢) ج

١٨ (١) د (٢) أ — ١٩ د — ٢٠ ج

٢١ د — ٢٢ (١) أ (٢) ب

٢٣ (١) ب (٢) أ — ٢٤ أ — ٢٥ ب

٢٦ د — ٢٧ أ

٢٨ (١) ج (٢) (1) أ (ب) ب

٢٩ د — ٣٠ د — ٣١ ج — ٣٢ د

٣٣ ج — ٣٤ ب — ٣٥ أ — ٣٦ ج

٣٧ (١) ب (٢) ج — ٣٨ ب — ٣٩ ب

٤٠ ج — ٤١ د — ٤٢ د — ٤٣ ج

٤٤ د — ٤٥ ب — ٤٦ ب — ٤٧ ج

٤٨ (١) ج (٢) د — ٤٩ (١) ج (٢) أ

٥٠ (١) ج (٢) ب — ٥١ (١) د (٢) أ

٥٢ (١) ب (٢) أ — ٥٣ ج — ٥٤ أ

٥٥ أ — ٥٦ د — ٥٧ د — ٥٨ أ

٥٩ د — ٦٠ ب — ٦١ ب — ٦٢ ج

٦٣ ب — ٦٤ (١) أ (٢) ج — ٦٥ أ

٦٦ أ — ٦٧ ب — ٦٨ د — ٦٩ ب

٧٠ ج — ٧١ (١) ج (٢) أ — ٧٢ ب

٧٣ ج — ٧٤ ب — ٧٥ ج

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (✱)

١ (ج)

$B = \mu \frac{NI}{2r}$

$= 4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times \frac{100 \times 0.1}{12.56 \times 10^{-2}}$

$= \mathbf{10^{-4}\ T}$

٨ (ج)

$B_x = \frac{\mu NI}{2r}$

$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{2} \times 10}{2 \times 20 \times 10^{-2}}$

$= \mathbf{1.57 \times 10^{-5}\ T}$

٩ (١) (د) $N = \frac{\theta}{360} = \frac{360 - 90}{360} = 0.75$ لفة

$B = \mu \frac{NI}{2r} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{0.75 \times 40}{2 \times 2 \times 10^{-2}}$

$= \mathbf{9.43 \times 10^{-4}\ T}$

(٢) (ب) **الفيض عمودى على الصفحة وإلى الخارج.**

١٠ (ب) $N = \frac{\ell}{2\pi r} = \frac{26.4}{2\pi \times 5.6} = 0.75$ لفة

$I = \frac{2Br}{\mu N} = \frac{2 \times 8.25 \times 10^{-6} \times 5.6 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 0.75}$

$= \mathbf{0.98\ A}$

١٢ 

∵ طول سلك الملف = عدد اللفات × محيط اللفة.

$\therefore \ell_1 = N_1 \times 2\pi r_1$

$= \frac{1}{2} \times 2\pi \times 2r = 2\pi r$

$\ell_2 = \frac{1}{2} \times 2\pi r$

$= \pi r$

$\because R = \frac{\rho_e \ell}{A}$

$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{2\pi r}{\pi r} = \frac{2}{1}$

$\because V = IR$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$

$\because B = \frac{\mu NI}{2r}$

$\therefore \frac{B_1}{B_2} = \frac{I_1 r_2}{I_2 r_1} = \frac{1}{2} \times \frac{r}{2r}$

$\frac{B}{B_2} = \frac{1}{4}$

$B_2 = \mathbf{4\ B}$

١٣ 

$B = \frac{\mu NI}{2r}$

$B_{(أ)} = \frac{\mu \times 1 \times I}{2r} = \frac{\mu I}{2r}$

$B_{(ب)} = \frac{\mu \times 1 \times 2I}{2 \times 2r} = \frac{\mu I}{2r}$

$B_{(جـ)} = \frac{\mu \times \frac{1}{2} \times 2I}{2 \times \frac{1}{2} r} = \frac{\mu I}{r}$

$B_{(د)} = \frac{\mu \times \frac{1}{4} \times 5I}{2r} = \frac{5\mu I}{8r}$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ).

١٦ 

$B_{(ملف)} = \frac{\mu NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{4} \times 10}{2 \times \pi \times 10^{-2}}$

$= 5 \times 10^{-5}\ T$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الداخل.

$B_t = B_{(ملف)} - B_{(مجال)}$

$= (5 \times 10^{-5}) - (6 \times 10^{-6})$

$= \mathbf{4.4 \times 10^{-5}\ T}$

١٧ (١) (د) $R = \frac{\rho_e \ell}{A} = \frac{1.79 \times 10^{-8} \times 50.24}{1.79 \times 10^{-7}}$

$= 5.024\ \Omega$

$I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{12}{5.024 + 1} = \mathbf{1.99\ A}$

(٢) (جـ) $\ell = 2\pi N r$

$N = \frac{\ell}{2\pi r} = \frac{50.24}{2 \times 3.14 \times 4 \times 10^{-2}}$

$= 200$

$$B = \frac{\mu NI}{2r}$$
$$= \frac{4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times 200 \times 1.99}{2 \times 0.04}$$
$$= \mathbf{6.25 \times 10^{-3}\ T}$$

---

(١٨) (١) Ⓓ

$$B = \frac{\mu NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 10}{2 \times 5 \times 10^{-2}}$$
$$= \mathbf{1.26 \times 10^{-4}\ T}$$

(٢) Ⓐ

$$B_{(\text{نصف حلقة})} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.5 \times 10}{2 \times 5 \times 10^{-2}}$$
$$= 6.29 \times 10^{-5}\ T$$

المجالان الناشئان عن نصفي الحلقة متعامدان عند المركز.

$$B' = \sqrt{B^2_{(\text{نصف حلقة})} + B^2_{(\text{نصف حلقة})}}$$
$$= \sqrt{2}\, B_{(\text{نصف حلقة})} = \sqrt{2} \times 6.29 \times 10^{-5}$$
$$= \mathbf{8.9 \times 10^{-5}\ T}$$

---

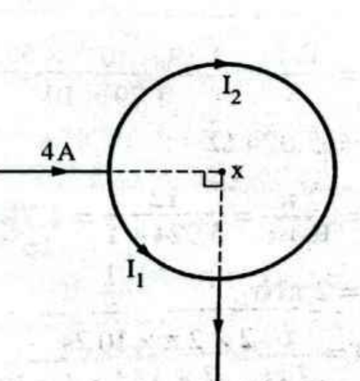
(١٩) 

بفرض أن المقاومة الكلية لسلك الحلقة :

$$R_{(\text{سلك})} = 4R$$

فتكون المقاومة الكلية (R') للحلقة عند توصيلها كما بالشكل :

$$R' = \frac{3R \times R}{3R + R} = \frac{3R}{4}$$
$$I_1R_1 = IR'$$
$$I_1R = 4 \times \frac{3R}{4}$$
$$I_1 = 3\ A$$
$$\therefore I_2 = 1\ A$$



* كثافة الفيض الناشئ عن الربع لفة عند المركز (x) :

$$B_1 = \frac{\mu I_1 N_1}{2r} = \frac{\mu \times 3 \times \frac{1}{4}}{2r} = \frac{3\mu}{8r}$$

ويكون اتجاهه لخارج الصفحة.

* كثافة الفيض الناشئ عن ثلاثة أرباع اللفة عند المركز (x) :

$$B_2 = \frac{\mu I_2 N_2}{2r} = \frac{\mu \times 1 \times \frac{3}{4}}{2r} = \frac{3\mu}{8r}$$

ويكون اتجاهه لداخل الصفحة.

$$B_t = B_1 - B_2$$
$$= \frac{3\mu}{8r} - \frac{3\mu}{8r} = \mathbf{0}$$

---

(٢١) Ⓓ

$$R = \frac{\rho_e l}{A} \quad , \quad I = \frac{V_B}{R}$$
$$\therefore I = \frac{V_B A}{\rho_e l}$$
$$B = \frac{\mu NI}{2r} = \frac{\mu N V_B A}{2r\rho_e l}$$
$$V_B = \frac{2r\rho_e l B}{\mu AN} \quad , \quad l = 2\pi r N$$
$$V_B = \frac{4\pi r^2 \rho_e B}{\mu A}$$
$$= \frac{4\pi \times (0.1)^2 \times 10^{-6} \times 0.01}{4\pi \times 10^{-7} \times 0.4 \times 10^{-4}} = \mathbf{25\ V}$$

---

(٢٢) (١) Ⓐ

$$B = \frac{\mu NI}{2r}$$
$$2.4 \times 10^{-5} = \frac{4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times 0.5 \times I}{2 \times 3.14 \times 10^{-2}}$$
$$I = \mathbf{2.4\ A}$$

(٢) Ⓑ

$$V_B = I(R' + r)$$
$$24 = 2.4\,(R_{(\text{حلقة})} + 3.72 + 2)$$
$$R_{(\text{حلقة})} = \mathbf{4.28\ \Omega}$$

---

(٢٣) (١) Ⓑ

مقاومة كل نصف من نصفي الحلقة :

$$R = \frac{48}{2} = 24\ \Omega$$

المقاومة الكلية بين النقطتين A ، B :

$$\acute{R} = \frac{24 \times 24}{24 + 24} = 12\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{\acute{R}} = \frac{6}{12} = 0.5\ A$$

شدة التيار المار خلال سلك الحلقة = **0.25 A**

(٢) (أ)

كثافة الفيض عند المركز = **صفر** لأن اتجاه التيار فى أحد نصفى الحلقة عكس اتجاهه فى النصف الآخر ويساويه فى المقدار مما ينتج عنه مجالين متساويين فى المقدار ومتضادين فى الاتجاه عند مركز الحلقة يلغى أحدهم الآخر.

---

٢٤ (أ)

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Q}{T} = Qf$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 6.6 \times 10^{15}$$

$$= 1.056 \times 10^{-3}\ A$$

$$B = \frac{\mu N I}{2r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 1.056 \times 10^{-3}}{2 \times 5.3 \times 10^{-11}}$$

$$= \mathbf{12.52\ T}$$

---

٢٥ (ب)

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1}$$

$$\because \ell = 2\pi r_1 N_1 = 2\pi r_2 N_2$$

$$\therefore \frac{r_2}{r_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\therefore \frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{(1)^2}{N^2} \qquad \therefore B_2 = \mathbf{N^2 B_1}$$

---

٢٨ (١) (جـ)

$$B_t = B_1 + B_2$$

$$= \frac{\mu N_1 I_1}{2r_1} + \frac{\mu N_2 I_2}{2r_2}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 400 \times 7}{2 \times 0.2} + \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 500 \times 10}{2 \times 0.1}$$

$$= (8.8 \times 10^{-3}) + (31.4 \times 10^{-3})$$

$$= \mathbf{40.2 \times 10^{-3}\ T}$$

(٢) (أ) (أ)

التياران فى اتجاهين متضادين :

$$B_t = B_2 - B_1$$

$$= (31.4 \times 10^{-3}) - (8.8 \times 10^{-3})$$

$$= \mathbf{22.6 \times 10^{-3}\ T}$$

(ب) (ب)

الملفان متعامدان :

$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

$$= \sqrt{(8.8 \times 10^{-3})^2 + (31.4 \times 10^{-3})^2}$$

$$= \mathbf{32.6 \times 10^{-3}\ T}$$

---

٢٩ (د)

$$B_1 = B_2 \quad , \quad \frac{N_1}{r_1} = \frac{N_2}{r_2}$$

$$\frac{100}{5} = \frac{N_2}{10} \quad , \quad N_2 = \mathbf{200}$$ **لفة**

---

٣١ (جـ)

$$B = \mu \frac{NI}{2r}$$

$$B_{(أ)} = \frac{\mu \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} I}{2r} - \frac{\mu \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} I}{2r} = 0$$

$$B_{(ب)} = \frac{\mu I}{4r} - \frac{\mu I}{8r} = \frac{\mu I}{8r}$$

$$B_{(جـ)} = \frac{\mu I}{4r} + \frac{\mu I}{8r} = \frac{3\mu I}{8r}$$

$$B_{(د)} = \frac{\mu I}{4r} = \frac{2\mu I}{8r}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ).

---

٣٢ (د)

$$B = \frac{\mu N I}{2r}$$

$$N_1 = \frac{\theta}{360} = \frac{45}{360} = \frac{1}{8}$$

$$\therefore B_1 = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{8} \times 10}{2 \times \pi \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-5}\ T$$

$$N_2 = \frac{\theta}{360} = \frac{45}{360} = \frac{1}{8}$$

$$\therefore B_2 = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{8} \times 10}{2 \times 2\pi \times 10^{-2}} = 1.25 \times 10^{-5}\ T$$

$$B_x = B_1 - B_2 = \mathbf{1.25 \times 10^{-5}\ T}$$

٣٣ (ج)

قبل عكس التيار : $(B_t)_1 = B_1 + B_2 = B$

بعد عكس التيار : $(B_t)_2 = B_2 - B_1 = \frac{1}{2} B$

$\therefore B_2 - B_1 = \frac{1}{2}(B_2 + B_1)$

$B_2 = 3 B_1$

$\frac{\mu I N_2}{2 r_2} = \frac{3 \mu I N_1}{4 r_2} \quad , \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{2}{3}$



$B_{(\text{سلك})} = B_{(\text{ملف})}$

$\mu \frac{I_{(\text{سلك})}}{2 \pi d} = \mu \frac{N I_{(\text{ملف})}}{2 r}$

$\frac{I_{(\text{سلك})}}{\pi} = 5 \quad , \quad I_{(\text{سلك})} = 15.7 \text{ A}$



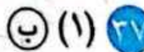
عند نقطة التعادل :

$B_{(\text{سلك})} = B_{(\text{ملف})}$

$\mu \frac{I_{(\text{سلك})}}{2 \pi d} = \mu \frac{N I_{(\text{ملف})}}{2 r}$

$\frac{I_{(\text{سلك})}}{\frac{22}{7} \times r} = \frac{1 \times 0.42}{r}$

$I_{(\text{سلك})} = \frac{22}{7} \times 0.42 = 1.32 \text{ A}$



$B_{(\text{ملف})} = B_{(\text{سلك})}$

$\mu \frac{N I_{(\text{ملف})}}{2 r} = \mu \frac{I_{(\text{سلك})}}{2 \pi d}$

$\frac{1 \times 3}{2.5} = \frac{I}{\pi \times 7.5}$

$\therefore I = 28.29 \text{ A}$

(٢) (ج)

$B = B_{(\text{ملف})} + B_{(\text{سلك})}$

$= \mu \frac{N I_{(\text{ملف})}}{2 r} + \mu \frac{I_{(\text{سلك})}}{2 \pi d}$

$B = 2\pi \times 10^{-7} \times \left(\frac{1 \times 3}{2.5 \times 10^{-2}} + \frac{28.29}{7.5 \times 10^{-2} \pi} \right)$

$= 1.51 \times 10^{-4} \text{ T}$



$B_{t(\text{سلكين})} = \frac{\mu}{2 \pi} \left(\frac{I_A}{d_A} - \frac{I_B}{d_B} \right)$

$B_{t(\text{سلكين})} = \frac{\mu}{2 \pi} \left(\frac{4.5}{0.5} - \frac{1.5}{0.5} \right) = 3 \ \frac{\mu}{\pi}$

واتجاهه عمودى على مستوى الصفحة للخارج.

$B_{(\text{ملف})} = \frac{\mu N I}{2 r}$

$B_{t(\text{سلكين})} = B_{(\text{ملف})}$

$\frac{3 \mu}{\pi} = \frac{\mu N I}{2 r}$

$I = \frac{6 r}{N \pi} = \frac{6 \times 10 \times \pi \times 10^{-2}}{1 \times \pi} = 0.6 \text{ A}$

واتجاهه فى الملف فى اتجاه عقارب الساعة.

---

٤٠ (ج)

$B_{(\text{حلقة})} = \frac{\mu I N}{2 r} = \frac{\mu I}{2 r}$

$B_{(\text{سلك})} = \frac{\mu I}{2 \pi d} = \frac{\mu I}{2 \pi (2 r)} = \frac{\mu I}{4 \pi r}$

* عند الموضع x :

$(B_x)_c = B_{(\text{حلقة})} + B_{(\text{سلك})} = \frac{\mu I}{2 r} + \frac{\mu I}{4 \pi r}$

$= \frac{\mu I}{2 r} \left(1 + \frac{1}{2 \pi} \right) = B$

* عند الموضع y :

$(B_y)_c = B_{(\text{حلقة})} - B_{(\text{سلك})} = \frac{\mu I}{2 r} - \frac{\mu I}{4 \pi r}$

$= \frac{\mu I}{2 r} \left(1 - \frac{1}{2 \pi} \right)$

$\therefore \frac{(B_y)_c}{(B_x)_c} = \frac{\frac{\mu I}{2 r}\left(1 - \frac{1}{2 \pi}\right)}{\frac{\mu I}{2 r}\left(1 + \frac{1}{2 \pi}\right)}$

$\therefore (B_y)_c = B \left(\frac{1 - \frac{1}{2\pi}}{1 + \frac{1}{2\pi}} \right) = 0.73 \text{ B}$

---

٤٧ (ج) $I = \frac{B \ell}{\mu N} = \frac{0.04 \times 0.5}{4 \pi \times 10^{-7} \times 1000} = 15.9 \text{ A}$

---

٤٨ (١) (ج)

$B = \mu \frac{N I}{\ell}$

$= 4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times \frac{200 \times 0.5}{0.2}$

$= 6.28 \times 10^{-4} \text{ T}$

(٢) (د) $B = 2 \times 10^{-3} \times \frac{200 \times 0.5}{0.2} = 1 \text{ T}$

٤٩ (١) ج

$$B = \mu \frac{NI}{\ell}$$

$$1.2 \times 10^{-3} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{300 \times I}{0.22}$$

$I =$ **$0.7\ A$**

(٢) أ

$$\phi_m = BA$$
$$= 1.2 \times 10^{-3} \times 25 \times 10^{-4}$$
$$= \mathbf{3 \times 10^{-6}\ Wb}$$

---

٥٠ (١) ج

$$n = \frac{B}{\mu I} = \frac{0.05}{4\pi \times 10^{-7} \times 10}$$

$$= \mathbf{3977.3\ turn/m}$$

(٢) ب

$$N = n\ell = 3977.3 \times 0.6$$
$$= \mathbf{2386.4\ turn}$$

---

٥٢ (١) ب

$$R_{(\text{الكلية})} = 6 + 2 = 8\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R_{(\text{الكلية})}} = \frac{60}{8} = 7.5\ A$$

$$B = \mu \frac{NI}{\ell} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{100 \times 7.5}{0.2}$$

$$= \mathbf{4.71 \times 10^{-3}\ T}$$

(٢) أ

$$R_{(\text{الكلية})} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} + 2 = 4\ \Omega$$

$$I = \frac{60}{4} = 15\ A$$

$$V = IR = 15 \times \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 30\ V$$

$$I_{(\text{ملف})} = \frac{V}{R_{(\text{ملف})}} = \frac{30}{6} = 5\ A$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{100 \times 5}{0.2}$$

$$= \mathbf{3.14 \times 10^{-3}\ T}$$

---

٥٧ د

$$\because R = \frac{\rho_e \ell}{A}$$

$$\therefore \frac{R_x}{R_y} = \frac{\ell_x}{\ell_y} = \frac{\ell_1}{3\ell_1} = \frac{1}{3}$$

$$\because V = IR$$

$$\therefore \frac{I_x}{I_y} = \frac{R_y}{R_x} = \frac{3}{1}$$

$$\because B = \mu n I$$

$$\because n_x = n_y$$

$$\therefore \frac{B_x}{B_y} = \frac{I_x}{I_y} = \mathbf{\frac{3}{1}}$$

---

٥٨ أ

$$B_{(\text{الولبى})} = \frac{\mu NI}{\ell}$$
$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 60 \times 3.5}{11 \times 10^{-2}}$$
$$= 2.4 \times 10^{-3}\ T$$

اتجاهه موازى لمحور الملف وإلى يسار الصفحة.

$$\therefore B_t = B_{(\text{مجال})} - B_{(\text{الولبى})}$$
$$= (5.2 \times 10^{-3}) - (2.4 \times 10^{-3})$$
$$= \mathbf{2.8 \times 10^{-3}\ T}$$

اتجاهه موازى لمحور الملف وإلى يمين الصفحة (فى نفس اتجاه المجال الخارجى).

---

٥٩ د

$$\because B_t = 0$$

$$\therefore B_{(\text{الولبى})} = B_{(\text{خارجى})}$$

$$\frac{\mu NI}{\ell} = B$$

$$\frac{4\pi \times 10^{-7} \times 210\ I}{1.1} = 1.2 \times 10^{-3}$$

$I =$ **$5\ A$**

حتى تنعدم كثافة الفيض المغناطيسى عند منتصف محور الملف اللولبى يجب أن يكون اتجاه المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار فى الملف اللولبى يوازى محور الملف وإلى يسار الصفحة وهذا يعنى أن التيار يمر خلال الملف من النقطة b إلى النقطة a أى أن **a قطب سالب و b قطب موجب.**

$\ell = 2\,rN$



طول الملف اللولبى :

$B = \mu \frac{NI}{\ell} = \frac{2 \times 10^{-3} \times N \times 1}{0.2 \times 10^{-2}\,N} = 1\,T$



$\because B = \frac{\mu NI}{\ell}$

$\therefore \frac{B_X}{B_Y} = \frac{I_X}{I_Y}$

$\therefore \frac{I_X}{I_Y} = \frac{9}{1}$

$\because V = IR$

$\therefore \frac{R_X}{R_Y} = \frac{I_Y}{I_X} = \frac{1}{9}$

$\because R = \frac{\rho_e \ell}{A}$

∵ الملفان اللولبيان من نفس المادة.

$\therefore (\rho_e)_X = (\rho_e)_Y$

$\therefore \frac{A_X}{A_Y} = \frac{R_Y}{R_X} = \frac{9}{1}$

$\therefore A_X = 9\,A_Y$

---

٦٤ (١) ⓐ

$B_1 = \mu n_1 I_1$

$= 4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 2$

$= 25.14 \times 10^{-6}\,T$

$B_2 = \mu n_2 I_2 = 4\pi \times 10^{-7} \times 20 \times 4$

$= 100.57 \times 10^{-6}\,T$

$B_t = B_1 + B_2 = 125.71 \times 10^{-6}\,T$

(٢) ⓙ $B_t = B_2 - B_1 = 75.43 \times 10^{-6}\,T$



$B_{(\text{لولبى})} = \frac{1}{2} B_{(\text{دائرى})}$

$\mu \frac{NI}{\ell} = \frac{1}{2} \mu \frac{NI}{2r}$

$\therefore \ell = 4r = 4 \times 6 \times 10^{-2} = 0.24\,m$

$\frac{B_{(\text{دائرى})}}{B_{(\text{لولبى})}} = \frac{\ell}{2r}$



$\frac{B_{(\text{دائرى})}}{4 \times 10^{-6}} = \frac{2}{0.1}$

$B_{(\text{دائرى})} = 8 \times 10^{-5}\,T$

---

٧١ (١) ⓙ

$B_{(\text{لولبى})} = \mu \frac{NI}{\ell}$

$= 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{100 \times 2}{0.5}$

$= 5.03 \times 10^{-4}\,T$

$B_{(\text{دائرى})} = \mu \frac{NI}{2r}$

$= 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{20 \times 1}{2 \times 0.15}$

$= 8.38 \times 10^{-5}\,T$

$B_t = B_{(\text{لولبى})} + B_{(\text{دائرى})}$

$= (5.03 \times 10^{-4}) + (8.38 \times 10^{-5})$

$= 5.87 \times 10^{-4}\,T$

(٢) ⓐ

$B_t = B_{(\text{لولبى})} - B_{(\text{دائرى})}$

$= (5.03 \times 10^{-4}) - (8.38 \times 10^{-5})$

$= 4.19 \times 10^{-4}\,T$

---

٧٢ ⓑ

$B_{(\text{سلك})} = \mu \frac{I}{2\pi d}$

$= 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{15}{2\pi \times 15 \times 10^{-2}}$

$= 2 \times 10^{-5}\,T$

$B_{(\text{لولبى})} = \mu \frac{NI}{\ell}$

$= 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{10 \times \frac{7}{22}}{15 \times 10^{-2}}$

$= 2.67 \times 10^{-5}\,T$

$B_t = \sqrt{B^2_{(\text{سلك})} + B^2_{(\text{لولبى})}}$

$= \sqrt{(2 \times 10^{-5})^2 + (2.67 \times 10^{-5})^2}$

$= 3.34 \times 10^{-5}\,T$

٧٣ (جـ)

المجال المغناطيسي الناشئ عن الملف اللولبي عند منتصف محوره اتجاهه في مستوى الصفحة وإلى اليسار طبقًا لقاعدة أمبير لليد اليمنى، فلكي ينعدم المجال المغناطيسي عند منتصف محور الملف (النقطة z) يجب أن يكون اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن السلك في مستوى الصفحة وإلى اليمين أي يكون اتجاه التيار المار في السلك **عمودي على الصفحة وإلى الخارج** طبقًا لقاعدة أمبير لليد اليمنى.

$$B_{(\text{سلك})} = B_{(\text{لولبي})}$$

$$\frac{\mu I_{(\text{سلك})}}{2\pi d} = \mu n I_{(\text{لولبي})}$$

$$I_{(\text{سلك})} = 2\pi d n I_{(\text{لولبي})}$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 2 \times 10^{-2} \times 50 \times 1.4$$

$$= 8.8\ A$$

---

٧٤ (ب)

* بتطبيق قاعدة أمبير لليد اليمنى على :

- الملف اللولبي نجد أن الفيض المغناطيسي الناشئ عنه عند النقطة X في مستوى الصفحة وإلى اليمين.
- السلك المستقيم نجد أن الفيض المغناطيسي الناشئ عنه عند النقطة X عمودي على الصفحة وإلى الداخل.

$$\therefore B_X = \sqrt{B^2_{(\text{لولبي})} + B^2_{(\text{سلك})}}$$

$$= \sqrt{(3 \times 10^{-6})^2 + (4 \times 10^{-6})^2}$$

$$= 5 \times 10^{-6}\ T$$

٧٥ (جـ)

* بتطبيق قاعدة أمبير لليد اليمنى على :

- الملف اللولبي نجد أن اتجاه الفيض المغناطيسي الناشئ عن الملف عند النقطة p في مستوى الصفحة وإلى اليمين.
- السلك المستقيم نجد أن اتجاه الفيض المغناطيسي الناشئ عن السلك عند النقطة p في مستوى الصفحة وإلى أسفل.

$$\therefore B_p = \sqrt{B^2_{(\text{سلك})} + B^2_{(\text{لولبي})}}$$

$$= \sqrt{B^2 + B^2}$$

$$= \sqrt{2}\, B$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

(١) تقليل شدة تيار الحلقة الداخلية إلى النصف حيث عند نقطة التعادل تكون :

$$B_{(\text{حلقة داخلية})} = B_{(\text{حلقة خارجية})}$$

$$\frac{\mu N_1 I_1}{2 r_1} = \frac{\mu N_2 I_2}{2 r_2}$$

$$\frac{\mu \times 1 \times I_1}{2d} = \frac{\mu \times 1 \times I}{2 \times 2d}$$

$$I_1 = \frac{I}{2}$$

---

(٢) (١) لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد أكبر من معامل النفاذية المغناطيسية للهواء فيعمل ساق الحديد على تركيز الفيض المغناطيسي داخل الملف.

(٢) لأن الملف قد يكون ملفوف لفًا مزدوجًا فيلغي الفيض المغناطيسي الناتج عن مرور التيار في اتجاه معين الفيض المغناطيسي الناتج عن مرور نفس التيار في الاتجاه المضاد فيلاشي تأثير كل منهما الآخر.

(٣) لأن اتجاه التيار في أحد فرعي الملف عكس اتجاه نفس التيار في الفرع الآخر فيتساوى المجالان المغناطيسيان الناشئان ويتضادان في الاتجاه وتكون محصلتهما صفر فلا تتمغنط ساق الحديد.

٧٣ (جـ)

المجال المغناطيسى الناشئ عن الملف اللولبى عند منتصف محوره اتجاهه فى مستوى الصفحة وإلى اليسار طبقًا لقاعدة أمبير لليد اليمنى، فلكى ينعدم المجال المغناطيسى عند منتصف محور الملف (النقطة z) يجب أن يكون اتجاه المجال المغناطيسى الناشئ عن السلك فى مستوى الصفحة وإلى اليمين أى يكون اتجاه التيار المار فى السلك **عمودى على الصفحة وإلى الخارج** طبقًا لقاعدة أمبير لليد اليمنى.

$$B_{(\text{سلك})} = B_{(\text{لولبى})}$$

$$\frac{\mu I_{(\text{سلك})}}{2\pi d} = \mu n I_{(\text{لولبى})}$$

$$I_{(\text{سلك})} = 2\pi d n I_{(\text{لولبى})}$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 2 \times 10^{-2} \times 50 \times 1.4$$

$$= \mathbf{8.8\ A}$$

٧٤ (ب)

* بتطبيق قاعدة أمبير لليد اليمنى على :

- الملف اللولبى نجد أن الفيض المغناطيسى الناشئ عنه عند النقطة X فى مستوى الصفحة وإلى اليمين.
- السلك المستقيم نجد أن الفيض المغناطيسى الناشئ عنه عند النقطة X عمودى على الصفحة وإلى الداخل.

$$\therefore B_x = \sqrt{B^2_{(\text{لولبى})} + B^2_{(\text{سلك})}}$$

$$= \sqrt{(3 \times 10^{-6})^2 + (4 \times 10^{-6})^2}$$

$$= \mathbf{5 \times 10^{-6}\ T}$$

٧٥ (جـ)

* بتطبيق قاعدة أمبير لليد اليمنى على :

- الملف اللولبى نجد أن اتجاه الفيض المغناطيسى الناشئ عن الملف عند النقطة p فى مستوى الصفحة وإلى اليمين.
- السلك المستقيم نجد أن اتجاه الفيض المغناطيسى الناشئ عن السلك عند النقطة p فى مستوى الصفحة وإلى أسفل.

$$\therefore B_p = \sqrt{B^2_{(\text{سلك})} + B^2_{(\text{لولبى})}}$$

$$= \sqrt{B^2 + B^2}$$

$$= \sqrt{2}\, B$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ تقليل شدة تيار الحلقة الداخلية إلى النصف حيث عند نقطة التعادل تكون :

$$B_{(\text{حلقة داخلية})} = B_{(\text{حلقة خارجية})}$$

$$\frac{\mu N_1 I_1}{2 r_1} = \frac{\mu N_2 I_2}{2 r_2}$$

$$\frac{\mu \times 1 \times I_1}{2d} = \frac{\mu \times 1 \times I}{2 \times 2d}$$

$$I_1 = \frac{I}{2}$$

٢ (١) لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد أكبر من معامل النفاذية المغناطيسية للهواء فيعمل ساق الحديد على تركيز الفيض المغناطيسى داخل الملف.

(٢) لأن الملف قد يكون ملفوف لفًا مزدوجًا فيلغى الفيض المغناطيسى الناتج عن مرور التيار فى اتجاه معين الفيض المغناطيسى الناتج عن مرور نفس التيار فى الاتجاه المضاد فيلاشى تأثير كل منهما الآخر.

(٣) لأن اتجاه التيار فى أحد فرعى الملف عكس اتجاه نفس التيار فى الفرع الآخر فيتساوى المجالان المغناطيسيان الناشئان ويتضادان فى الاتجاه وتكون محصلتهما صفر فلا تتمغنط ساق الحديد.

٣ أجب بنفسك.

٤ (١) تزداد كثافة الفيض المغناطيسى إلى الضعف لأن طول الملف يقل للنصف مع ثبوت عدد اللفات تبعًا للعلاقة $\left(B = \mu \frac{NI}{l}\right)$.

(٢) تزداد كثافة الفيض إلى الضعف لأن مقاومة سلك الملف تقل للنصف فتزداد شدة التيار للضعف مع ثبوت عدد اللفات فى وحدة الأطوال.

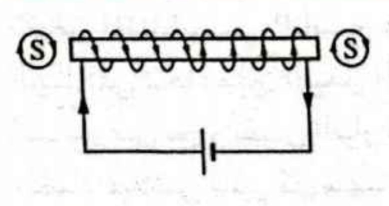
٥ تختلف كثافة الفيض B_1 عن B_2 لأن كثافة الفيض تتناسب طرديًا مع شدة التيار $(B \propto I)$، وشدة التيار تتناسب عكسيًا مع مقاومة الملف $\left(I \propto \frac{1}{R}\right)$، ومقاومة الملف تتناسب طرديًا مع المقاومة النوعية لمادته $(R \propto \rho_e)$ ولذلك تكون كثافة الفيض الأكبر للملف الذى مقاومته النوعية أقل (النحاس).

٦ (١) قوة تنافر.

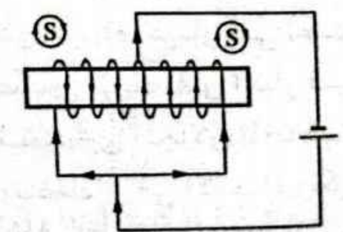
(٢) تزداد كثافة الفيض المغناطيسى وبالتالى تزداد القوة المغناطيسية المتبادلة بين الملف والمغناطيس.

(٣) ينعكس اتجاه مرور التيار فى الملف وبالتالى تنعكس الأقطاب المتكونة عند طرفى الملف فتنشأ قوة تجاذب بين الملف والمغناطيس.

٧



أو



أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ جـ ٢ د ٣ ب ٤ ب

٥ أ

٦ (١) جـ (٢) أ (٣) ب (٤) ب (٥) أ

٧ أ ٨ ب ٩ د

١٠ (١) جـ (٢) أ ١١ د ١٢ جـ

١٣ (١) د (٢) جـ (٣) د ١٤ ب

١٥ جـ ١٦ د ١٧ جـ ١٨ ب

١٩ أ ٢٠ (١) جـ (٢) ب ٢١ أ

٢٢ جـ ٢٣ جـ ٢٤ (١) أ (٢) جـ

٢٥ (١) أ (٢) أ (٣) جـ ٢٦ أ

٢٧ جـ ٢٨ ب ٢٩ أ ٣٠ أ

٣١ أ ٣٢ أ ٣٣ ب ٣٤ د

٣٥ (١) أ (٢) ب ٣٦ د ٣٧ ب

٣٨ أ ٣٩ د ٤٠ جـ ٤١ د

٤٢ (١) جـ (٢) د ٤٣ ب ٤٤ ب

٤٥ جـ ٤٦ (١) د (٢) ب

٤٧ (١) ب (٢) د ٤٨ ب ٤٩ جـ

٥٠ ب ٥١ ب ٥٢ ب ٥٣ د

٥٤ د ٥٥ أ ٥٦ ب ٥٧ د

٥٨ د ٥٩ أ ٦٠ د ٦١ جـ

٦٢ (١) جـ (٢) أ (٣) جـ ٦٣ د

٦٤ جـ ٦٥ (١) ب (٢) د (٣) جـ

٦٦ د ٦٧ د ٦٨ أ ٦٩ ب

٧٠ أ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

٤ ب

$$F = BIl \sin\theta$$
$$= 0.2 \times 2 \times 0.5 \times \sin 90 = 0.2\ N$$

٦ (١) جـ

$$F = BIl \sin 0 = 0$$

(٢) أ

$$F = 1 \times 5 \times 10 \times 10^{-2} \times \sin 45$$
$$= 0.354\ N$$

(٣) ب $F = 1 \times 5 \times 10 \times 10^{-2} \times \sin 90$

$= 0.5\ N$

(٤) ب $F = 1 \times 5 \times 10 \times 10^{-2} \times \sin 135$

$= 0.354\ N$

(٥) أ $F = 1 \times 5 \times 10 \times 10^{-2} \times \sin 180 = 0$

---

٧ أ

$F = BI\ell \sin \theta$

$3 = 5 \times 4 \times 0.3 \times \sin \theta$

$\theta = 30^\circ$

∴ السلك يوضع بحيث يميل على خطوط الفيض بزاوية 30°



١٣ (١) د

∵ السلك يوازى المجال (B).

$\therefore F = 0$

(٢) جـ

∵ السلك عمودى على المجال.

$\therefore F = BI\ell \sin 90$

$= 0.15 \times 5 \times 16 \times 10^{-2} \times \sin 90$

$= 0.12\ N$

(٣) د

∵ السلك يميل على المجال بزاوية = 30°

$\therefore F = BI\ell \sin 30$

$= 0.15 \times 5 \times 32 \times 10^{-2} \times \sin 30$

$= 0.12\ N$

---

١٤ ب

$\ell_{bc} = \frac{\ell_{ab}}{\sin (90 - \theta)}$

$F_{bc} = BI\ell_{bc} \sin (90 - \theta)$

$= 0.1 \times 2 \times \frac{0.2}{\sin (90 - \theta)} \times \sin (90 - \theta)$

$= 0.04\ N$

---

١٥ جـ

$F_{ab} = BI\ell_{ab} = F$

$F_{bc} = BI\ell_{bc} \sin (90 - \theta)$

$\sin (90 - \theta) = \cos \theta = \frac{\ell_{ab}}{\ell_{bc}}$

$F_{bc} = BI\ell_{bc} \frac{\ell_{ab}}{\ell_{bc}} = BI\ell_{ab} = F$

---

٢٠ (١) جـ

$I = \frac{V}{R} = \frac{VA}{\rho_e \ell}$

$F = BI\ell = \frac{BVA\ell}{\rho_e \ell}$

$F = \frac{BVA}{\rho_e} = \frac{10^{-3} \times 3 \times 10 \times 10^{-6}}{2.8 \times 10^{-8}}$

$= 1.07\ N$

(٢) ب

عندما يزداد قطر السلك للضعف تقل مقاومته إلى الربع فتزداد شدة التيار إلى أربع أمثال فتزيد القوة أربع أمثال.

$F = 4 \times 1.07 = 4.28\ N$



٢١ أ

$B = \mu \frac{NI}{2r}$

$3.52 \times 10^{-5} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{4 \times I}{2 \times 7 \times 10^{-2}}$

$I = 0.98\ A$

$\ell = 2\pi r N = 2\pi \times 7 \times 10^{-2} \times 4 = 1.76\ m$

$F = BI\ell \sin \theta$

$= 1.5 \times 0.98 \times 1.76 \times \sin 30$

$= 1.29\ N$



٢٢ جـ

لكى يحدث انعدام للوزن الظاهرى يجب أن تكون :

$F_{(\text{مغناطيسية})} = F_g$

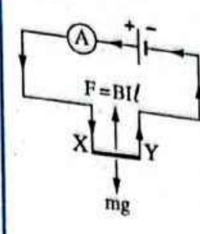
$BI\ell = mg$

$I = \frac{m}{\ell} \times \frac{g}{B} = 20 \times 10^{-3} \times \frac{10}{0.2} = 1\ A$

واتجاه التيار من b إلى a

٢٣ (ج)

لكى يظل السلك XY معلق يجب أن يتساوى وزن السلك مع القوة المغناطيسية المؤثرة.



الوزن = mg

$BI\ell = mg$

$B = \frac{\rho_{Al} A g}{I}$

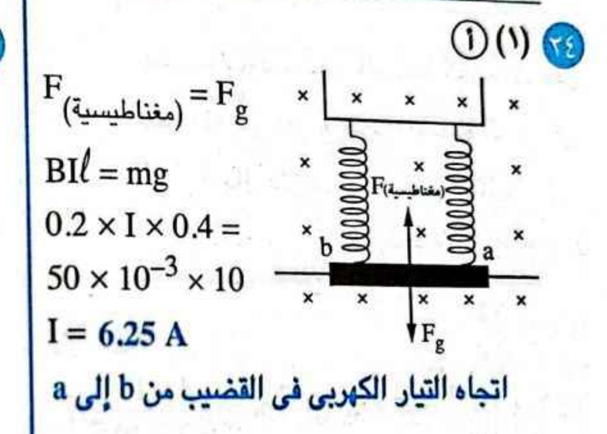
$= \frac{2700 \times 0.1 \times 10^{-4} \times 10}{10}$

$= \mathbf{27 \times 10^{-3}\ T}$

واتجاه كثافة الفيض يكون عموديًا إلى داخل الصفحة.

---

٢٤ (١) (أ)



$F_{(\text{مغناطيسية})} = F_g$

$BI\ell = mg$

$0.2 \times I \times 0.4 = 50 \times 10^{-3} \times 10$

$I = \mathbf{6.25\ A}$

اتجاه التيار الكهربى فى القضيب من b إلى a

(٢) (ج)

عند عكس اتجاه التيار ينعكس اتجاه القوة المغناطيسية.

$F_{(\text{مغناطيسية})} + F_g = 2F_{(\text{شد})}$

$(0.2 \times 6.25 \times 0.4) + (50 \times 10^{-3} \times 10) = 2F_{(\text{شد})}$

$F_{(\text{شد})} = 0.5\ N$

$\therefore (F_1)_{\text{شد}} = (F_2)_{\text{شد}} = \mathbf{0.5\ N}$

---

٣٥ (١) (أ)

$B_1 = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 5}{0.1}$

$= \mathbf{1 \times 10^{-5}\ T}$

(٢) (ب)

$F_2 = B_1 I_2 \ell_2 = 1 \times 10^{-5} \times 2 \times 0.5$

$= \mathbf{1 \times 10^{-5}\ N}$

---

٣٦ (د)

∵ موضع التعادل فى المنتصف.

$\therefore I_1 = I_2$

$F = \frac{\mu I_1 I_2 \ell}{2\pi d}$

$4 \times 10^{-5} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times I_1^2 \times 1}{2\pi \times 2}$

$I_1 = I_2 = \mathbf{20\ A}$

---

٣٧ (ب)

$F = \mu \frac{I_1 I_2 \ell}{2\pi d}$

$F_1 = \frac{\mu I I \ell}{2\pi d} = \frac{\mu I^2 \ell}{2\pi d}$

$F_2 = \frac{\mu (I+4) I \ell}{2\pi d}$ $\quad \because F_2 = 2F_1$

$\frac{\mu (I+4) I \ell}{2\pi d} = \frac{2\mu I^2 \ell}{2\pi d}$

$I + 4 = 2I \quad , \quad I = \mathbf{4\ A}$




٣٨ (أ)

* لكى لا يسقط السلك الثانى بتأثير الجاذبية الأرضية، لابد أن تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوى صفر.

∵ التيار المار بالسلك فى نفس الاتجاه.

∴ هناك قوة تجاذب بين السلكين.

∴ القوى المؤثرة على السلك الثانى هى :

- قوة وزنه لأسفل (F_g).
- قوة مغناطيسية لأعلى (F_2).

وكلاهما متساويتان فى المقدار.

$\therefore F_2 = F_g$

$\therefore B_1 I_2 \ell_2 = m_2 g$

$$\frac{\mu I_1}{2\pi d} I_2 = \frac{m_2}{l_2} g$$

$$\frac{4\pi \times 10^{-7} \times 80}{2\pi \times 20 \times 10^{-2}} I_2 = 0.12 \times 10^{-3} \times 10$$

$I_2 =$ **15 A**

---

٤٠ (ج)

$$B` = B_1 + B_2 = \frac{\mu I_1}{2\pi d_1} + \frac{\mu I_2}{2\pi d_2}$$

$$6 \times 10^{-5} = \frac{2 \times 10^{-7} I_1}{10 \times 10^{-2}} + \frac{2 \times 10^{-7} \times 10}{10 \times 10^{-2}}$$

$I_1 = 20$ A

$$F = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi d} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 20 \times 10 \times 50 \times 10^{-2}}{20 \times 10^{-2}}$$

$= $ **10^{-4} N**

---

٤١ (د)

عند النقطة (x) :

$B` = 0$

$B_1 = B_2$

$$\frac{\mu I_1}{2\pi \times 30} = \frac{\mu I_2}{2\pi \times 10} \quad , \quad I_1 = 3 I_2$$

$$\because F = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

$$12 \times 10^{-6} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3 I_2 \times I_2 \times 1}{2\pi \times 20 \times 10^{-2}}$$

$I_2 =$ **2 A**

$\therefore I_1 = 3 \times 2 =$ **6 A**

---

٤٢ (١) (ج)

$$B_{(\text{حـ ء})} = \frac{\mu I_{(\text{حـ ء})}}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50}{2\pi \times 0.02}$$

$= 5 \times 10^{-4}$ T

$$F_t = m_{(\text{ا ب})} g - B_{(\text{حـ ء})} I_{(\text{ا ب})} l_{(\text{ا ب})}$$

$= (5 \times 10^{-3} \times 10) - (5 \times 10^{-4} \times 50 \times 1)$

$=$ **0.025 N**

(٢) (د)

عند الاتزان :

$$m_{(\text{ا ب})} g = \frac{\mu I_1 I_2 l_{(\text{ا ب})}}{2\pi d}$$

$$5 \times 10^{-2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50}{2\pi d} \times 50 \times 1$$

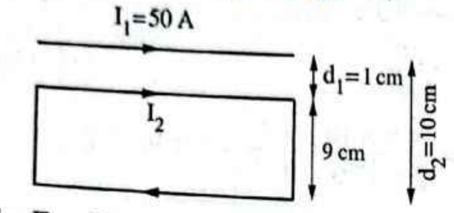
$d =$ **0.01 m**

---

٤٣ (ب)

لابد أن يكون اتجاه التيار فى ضلع الملف القريب من السلك فى نفس اتجاه التيار المار فى السلك حتى ينشأ بينهما قوة تجاذب تبقى الملف معلق.

$\therefore$ **اتجـاه التيار المار فى الملف المستطيل فى اتجاه دوران عقارب الساعة.**



$F = F_1 - F_2$

$$= \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi d_1} - \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi d_2}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50\, I_2 \times 25 \times 10^{-2}}{2\pi} \times \left(\frac{1}{10^{-2}} - \frac{1}{10 \times 10^{-2}}\right)$$

$= 2.25 \times 10^{-4} I_2$

$F = F_g$

$\therefore F = mg$

$2.25 \times 10^{-4} \times I_2 = 4.5 \times 10^{-3} \times 10$

$I_2 =$ **200 A**

$$B_{(\text{سلك})} = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

٤٥ (ج)

* عند السلك b :

$$\therefore B_a = \frac{\mu I}{2\pi \times 2d} = \frac{1}{2} \times \frac{\mu I}{2\pi d}$$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الخارج.

$$\therefore B_c = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الداخل.

$\therefore (B_t)_b = B_c - B_a$

اتجاهه عمودى على الصفحة وإلى الداخل.

* بتطبيق قاعدة فلمنج لليد اليسرى بحيث تشير :
- السبابة لاتجاه محصلة الفيض الناشئ عن السلكين a ، c
- باقى الأصابع لاتجاه التيار المار فى السلك b

∴ يشير الإبهام لاتجاه القوة المغناطيسية ويكون **فى مستوى الصفحة جهة اليمين.**

---

٤٦ (١) د

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

$$B_a = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 20 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-6}\ T$$

$$B_c = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 40 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-6}\ T$$

$$B_t = B_a - B_c = (5 \times 10^{-6}) - (2.5 \times 10^{-6})$$

$$= 2.5 \times 10^{-6}\ T$$

$$F = B_t I_b \ell_b = 2.5 \times 10^{-6} \times 5 \times 1$$

$$= \mathbf{12.5 \times 10^{-6}\ N}$$

(٢) ب

$$B_t = B_a + B_c$$

$$= (5 \times 10^{-6}) + (2.5 \times 10^{-6})$$

$$= 7.5 \times 10^{-6}\ T$$

$$F = B_t I_b \ell_b$$

$$= 7.5 \times 10^{-6} \times 5 \times 1 = \mathbf{37.5 \times 10^{-6}\ N}$$

---

٤٧ (١) ب

* التياران فى نفس الاتجاه :

$$\frac{I_1}{d} = \frac{I_2}{x - d} \quad , \quad \frac{2}{d} = \frac{3}{10 - d}$$

$$d = 4\ cm$$

نقطة التعادل تقع بين السلكين وتكون على بُعد **4 cm** من السلك الذى يمر به تيار 2 A

(٢) د

* التياران فى اتجاهين متضادين :

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \times \frac{2}{4 \times 10^{-2}} = 10^{-5}\ T$$

$$B_2 = 2 \times 10^{-7} \times \frac{3}{6 \times 10^{-2}} = 10^{-5}\ T$$

$$B_t = B_1 + B_2 = 2 \times 10^{-5}\ T$$

عند وضع السلك الثالث :

$$F = B_t I_3 \ell_3$$

$$= 2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10 \times 10^{-2} = \mathbf{1 \times 10^{-5}\ N}$$

---

٥٠ ب

$$B_x = \frac{2 \times 10^{-7}\ I_1}{d}$$

$$B_z = \frac{2 \times 10^{-7}\ I_2}{d}$$

$$B_1^{`} = \frac{2 \times 10^{-7}\ I_1}{d} + \frac{2 \times 10^{-7}\ I_2}{d}$$

$$= \frac{2 \times 10^{-7} \times (I_1 + I_2)}{d}$$

$$\frac{(F_y)_1}{\ell_y} = B_1^{`}\ I_y = \frac{2 \times 10^{-7} \times (I_1 + I_2) \times 2}{d}$$

$$F = \frac{4 \times 10^{-7} \times (I_1 + I_2)}{d} \quad ①$$

عند عكس اتجاه التيار فى السلك (x) :

$$B_2^{`} = \frac{2 \times 10^{-7}\ I_1}{d} - \frac{2 \times 10^{-7}\ I_2}{d}$$

$$= \frac{2 \times 10^{-7} \times (I_1 - I_2)}{d}$$

$$\frac{(F_y)_2}{\ell_y} = B_2^{`}\ I_y = \frac{2 \times 10^{-7} \times (I_1 - I_2) \times 2}{d}$$

$$\frac{1}{2} F = \frac{4 \times 10^{-7} \times (I_1 - I_2)}{d} \quad ②$$

من المعادلتين ① ، ② :

$$\therefore \frac{4 \times 10^{-7} \times (I_1 + I_2)}{d} = \frac{2 \times 4 \times 10^{-7} \times (I_1 - I_2)}{d}$$

$$I_1 + I_2 = 2\,(I_1 - I_2) = 2\,I_1 - 2\,I_2$$

$$3\,I_2 = I_1 \quad , \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{3}{1}$$

٦٤ (ب)

$\tau = BIAN$

$20 = 0.4 \times I \times 300 \times 10^{-4} \times 200$

$I = \mathbf{8.33\ A}$

---

٦٥ (١) (ب)

$\tau = BIAN \sin\theta$

$= 0.4 \times 3 \times 200 \times 10^{-4} \times 200 \times \sin 30$

$= \mathbf{2.4\ N.m}$

(٢) (د)

$\tau = \mathbf{0}$

(٣) (جـ)

$\tau = BIAN$

$= 0.4 \times 3 \times 200 \times 10^{-4} \times 200$

$= \mathbf{4.8\ N.m}$

---

٦٦ (د)

$I = \frac{V}{R} = \frac{9}{0.1} = 90\ A$

$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.2)^2 = 0.1256\ m^2$

$\tau = BIAN$

$= 0.4 \times 90 \times 0.1256 \times 1 = \mathbf{4.52\ N.m}$

---

٦٧ (د)

$\ell = 2\pi r N$

$= 2\pi \times 10 \times 10^{-2} \times N = 0.2\pi N$

$R = \frac{\rho_e \ell}{A} = \frac{7 \times 10^{-7} \times 0.2\pi N}{\pi \times (10^{-3})^2} = 0.14\ N$

$\tau = BIAN \sin\theta = B\frac{V}{R}AN\sin\theta$

$= 0.5 \times \frac{14}{0.14\ N} \times 3.14 \times (10 \times 10^{-2})^2$

$\times N \times \sin 90 = \mathbf{1.57\ N.m}$

---

٦٨ (أ)

$\because B = \frac{\mu NI}{2r} \qquad \therefore I = \frac{2rB}{\mu N}$

$|\overrightarrow{m_d}| = IAN$

$= \frac{2rB}{\mu N}AN = \frac{2rBA}{\mu}$

$= \frac{2 \times 0.1 \times 2 \times 10^{-4} \times \pi \times (0.1)^2}{4\pi \times 10^{-7}}$

$= \mathbf{1\ A.m^2}$

---

٦٩ (ب)

$\because B = \frac{\mu NI}{2r} \qquad \therefore I = \frac{2rB}{\mu N}$

$\because |\overrightarrow{m_d}| = IAN = \frac{2rBA}{\mu}$

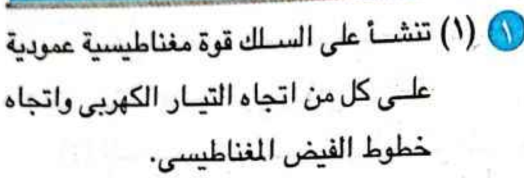
$A = \pi r^2$

$3.14 \times 10^{-4} = \pi r^2$

$r = \sqrt{\frac{3.14 \times 10^{-4}}{3.14}} = 0.01\ m$

$\therefore |\overrightarrow{m_d}| = \frac{2 \times 0.01 \times 2 \times 10^{-5} \times 3.14 \times 10^{-4}}{4 \times 3.14 \times 10^{-7}}$

$= \mathbf{10^{-4}\ A.m^2}$



ثانيًا: إجابات أسئلة المقال

١ (١) تنشأ على السلك قوة مغناطيسية عمودية على كل من اتجاه التيار الكهربى واتجاه خطوط الفيض المغناطيسى.

(٢) تنعدم القوة المؤثرة على السلك فلا يتحرك لأن $(\theta = 0°)$ والقوة تتعين من العلاقة $(F = BI\ell \sin\theta)$.

---

٢ لأنه عند مرور تيار كهربى فى ملف لولبى تكون خطوط الفيض المغناطيسى عند محور الملف متوازية وموازية لمحور الملف فيكون السلك موازيًا للمجال المغناطيسى وتكون $(\theta = 0°)$ والقوة تتعين من العلاقة $(F = BI\ell \sin\theta)$ فبالتالى $(F = 0)$.

---

٣ اتجاه التيار فى كل من السلكين.

---

٤ القوة التى يؤثر بها السلك X على السلك Y = القوة التى يؤثر بها السلك Y على السلك X لأن القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين متوازيين يمر بكل منهما تيار كهربى تحسب من العلاقة :

$F = \frac{\mu I_1 I_2 \ell}{2\pi d}$

٥ (١) ∵ التيار فى السلكين فى اتجاهين متضادين.

∴ القوة تكون قوة تنافر.

(٢) عند غلق المفتاح : $R_t = \frac{R}{2}$

$I_{(\text{الكلى})} = 2\,I$

شدة التيار المار فى $I = xy$

$\because F = BI\ell$

∴ القوة تظل كما هى.

---

٦ (١) لأنه عندما يكون مستوى الملف عموديًا على الفيض تصبح القوتين المؤثرتين على كل ضلعين متقابلين للملف متساويتين مقدارًا ومتضادتان اتجاهًا وخط عملهما على استقامة واحدة فتنعدم محصلتهما ولا يتولد عنهما عزم ازدواج.

(٢) لأنه بدوران الملف من الوضع الموازى لخطوط الفيض تقل الزاوية بين العمودى على مستوى الملف وخطوط الفيض (θ) فيقل عزم الازدواج حتى تنعدم θ عندما يصبح مستوى الملف عموديًا على المجال فتنعدم قيمة عزم الازدواج تبعًا للعلاقة $(\tau = BIAN \sin \theta)$.

---

٧ أجب بنفسك.

الفصل 2 الدرس الرابع

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ د	٢ جـ	٣ ب	٤ ب
٥ جـ	٦ جـ	٧ د	٨ جـ
٩ ب	١٠ جـ	١١ ب	١٢ ب
١٣ أ	١٤ جـ	١٥ د	١٦ د
١٧ د	١٨ جـ	١٩ د	٢٠ جـ
٢١ ب	٢٢ جـ	٢٣ د	٢٤ جـ

٢٥ جـ — ٢٦ د — ٢٧ د — ٢٨ أ

٢٩ د — ٣٠ أ — ٣١ د — ٣٢ ب

٣٣ (١) جـ (٢) ب (٣) د — ٣٤ د

٣٥ جـ — ٣٦ ب — ٣٧ أ — ٣٨ جـ

٣٩ ب — ٤٠ (١) أ (٢) جـ (٣) د

٤١ (١) أ (٢) أ — ٤٢ ب

٤٣ (١) ب (٢) د — ٤٤ د — ٤٥ ب

٤٦ جـ — ٤٧ (١) ب (٢) جـ — ٤٨ ب

٤٩ أ — ٥٠ د — ٥١ د — ٥٢ أ

٥٣ (١) جـ (٢) جـ — ٥٤ ب — ٥٥ د

٥٦ (١) ب (٢) ب — ٥٧ د — ٥٨ جـ

٥٩ (١) ب (٢) جـ — ٦٠ (١) ب (٢) أ

٦١ أ — ٦٢ جـ — ٦٣ (١) د (٢) ب

٦٤ (١) جـ (٢) د — ٦٥ (١) جـ (٢) د

٦٦ ب — ٦٧ (١) جـ (٢) ب

٦٨ (١) جـ (٢) أ — ٦٩ (١) جـ (٢) أ

٧٠ (١) د (٢) ب — ٧١ جـ — ٧٢ ب

٧٣ (١) جـ (٢) د (٣) ب

٧٤ (١) د (٢) د

٧٥ (١) جـ (٢) جـ (٣) د (٤) أ

٧٦ أ — ٧٧ د — ٧٨ ب — ٧٩ جـ

٨٠ أ — ٨١ جـ — ٨٢ أ

٨٣ (١) جـ (٢) جـ (٣) د (٤) جـ

٨٤ (١) جـ (٢) أ — ٨٥ جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

٤ ب

$\because \tau = BIAN$

$\therefore \tau \propto I$

$\because I \propto \theta$

$\therefore \tau \propto \theta$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب).



٧ (د)

∵ شدة التيار = دلالة القسم الواحد × عدد الأقسام

$\therefore 200 \times 10^{-6} = 0.08 \times 10^{-3} \times \frac{\text{عدد الأقسام}}{2}$

∴ عدد الأقسام = **5 أقسام**

---

٩ (ب)

∵ شدة التيار = دلالة القسم الواحد × عدد الأقسام

$\therefore I = 200 \times 10^{-6} \times \frac{20}{2} = \mathbf{0.002\ A}$

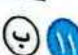
---

١٠ (جـ)

$\tau = BIAN$

$4.32 \times 10^{-3} = 0.1 \times I \times 6 \times 10^{-4} \times 600$

$I = \mathbf{0.12\ A}$



١١ (ب)

∵ مستوى ملف الجلفانومتر دائمًا موازى للفيض المغناطيسى.

$\therefore \tau = BIAN$

$= 0.01 \times 1 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-4} \times 1200$

$= \mathbf{3.6 \times 10^{-6}\ N.m}$

* عند توقف ملف الجلفانومتر عن الحركة :

عزم اللىّ = $\tau = \mathbf{3.6 \times 10^{-6}\ N.m}$



٢٤ (جـ)

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.1\ I_g}{11\ I_g - I_g} = \mathbf{0.01\ \Omega}$

---

٢٥ (جـ)

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{1 \times 54}{10 - 1} = \mathbf{6\ \Omega}$

توصل R_s على التوازى مع R_g

---

٢٧ (د)

$R_s = \frac{V_g}{I - I_g} = \frac{0.04}{0.5 - (500 \times 10^{-6})}$

$= \mathbf{0.08\ \Omega}$

---

٢٨ (أ)

$R_g = \frac{V}{I} = \frac{0.04}{50 \times 10^{-3}} = 0.8\ \Omega$

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{200 \times 10^{-3} \times 0.8}{2 - 0.2} = \mathbf{0.089\ \Omega}$

---

٢٩ (د)

عندما تنقص الحساسية إلى الربع فإن :

$I = 4\ I_g$

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{I_g \times 24}{4\ I_g - I_g} = \mathbf{8\ \Omega}$

---

٣٣ (١) (جـ) حساسية الجلفانومتر = $\frac{\theta}{I}$

$\frac{\theta}{I} = \frac{60}{30} = \mathbf{2\ deg/mA}$

(٢) (ب)

$I_g = \frac{\theta}{\text{حساسية الجلفانومتر}}$

$= \frac{80}{2} = 40\ mA = \mathbf{0.04\ A}$

(٣) (د)

$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$

$\frac{0.04}{I} = \frac{0.01\ R_g}{R_g + 0.01\ R_g}$

$\frac{0.04}{I} = \frac{1}{101}$

$I = \mathbf{4.04\ A}$

---

٣٤ (د)

$\because R = \frac{\rho_e l}{A}$

$\therefore \frac{(R_s)_1}{(R_s)_2} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_1}{\frac{l_1}{2}} = 2$

$(R_s)_2 = \frac{1}{2}(R_s)_1 = \frac{1}{2} \times 5 = 2.5\ \Omega$

$\because \frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$

$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{(R_s)_2 \left(R_g + (R_s)_1\right)}{(R_s)_1 \left(R_g + (R_s)_2\right)}$

$\frac{1}{I_2} = \frac{2.5 \times (20 + 5)}{5 \times (20 + 2.5)}$

$I_2 = \mathbf{1.8\ A}$

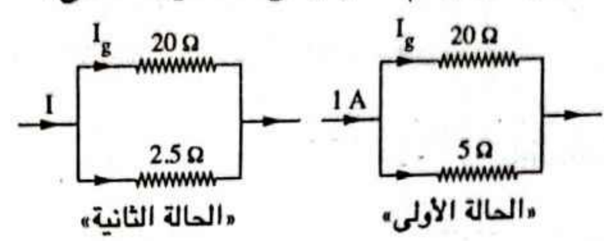
حل آخر :

$\because R = \frac{\rho_e l}{A}$

$\therefore \frac{(R_s)_1}{(R_s)_2} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_1}{\frac{l_1}{2}} = 2$

$(R_s)_2 = \frac{1}{2}(R_s)_1 = \frac{1}{2} \times 5 = 2.5\ \Omega$

* يمكن رسم الأميتر فى الحالتين كالتالى :



$\because V_1 = V_2$

$\therefore I_1 \grave{R}_1 = I_2 \grave{R}_2$

$\therefore 1 \times \frac{20 \times 5}{20 + 5} = I \times \frac{20 \times 2.5}{20 + 2.5}$

$\therefore I = 1.8\ A$

$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$

$\frac{25 \times 10^{-3}}{I} = \frac{0.07}{21 + 0.07}$

$I = 7.525\ A$



* قبل توصيل مجزئ التيار :

$I_1 = \frac{V_B}{R + R_g + r} = \frac{V_B}{36}$

* بعد توصيل مجزئ التيار :

$\grave{R} = \frac{R_s R_g}{R_s + R_g} = \frac{5 \times 20}{25} = 4\ \Omega$

$I_2 = \frac{V_B}{R + \grave{R} + r} = \frac{V_B}{20}$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{V_B}{36} \times \frac{20}{V_B} = \frac{5}{9}$



$I_g = 40 \times 10^{-3} \times \frac{3}{4} = 0.03\ A$

$V_g = I_g R_g = 0.03 \times 10 = 0.3\ V$

$V_R = V_B - V_g = 1.5 - 0.3 = 1.2\ V$

$I = \frac{V_R}{R} = \frac{1.2}{8} = 0.15\ A$

$R_s = \frac{V_g}{I - I_g} = \frac{0.3}{0.15 - 0.03} = 2.5\ \Omega$

---

٣٩ (ب)

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$

$= \frac{0.1\,I \times 54}{I - 0.1\,I} = \frac{5.4\,I}{0.9\,I} = 6\ \Omega$

---

٤٠ (١) (أ)

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.01 \times 30}{1 - 0.01} = 0.303\ \Omega$

(٢) (ج)

$\grave{R} = \frac{R_g R_s}{R_g + R_s} = \frac{30 \times 0.303}{30 + 0.303} = 0.3\ \Omega$

(٣) (د)

$0.1 = \frac{0.01 \times 30}{I - 0.01}$

$\therefore I = 3.01\ A$

---

٤١ (١) (أ)

$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$

$\frac{I_g}{8 \times 10^{-3}} = \frac{1}{R_g + 1}$ ①

$\frac{I_g}{71 \times 10^{-3}} = \frac{0.1}{R_g + 0.1}$ ②

بقسمة المعادلة ① على المعادلة ② :

$\frac{I_g}{8 \times 10^{-3}} \times \frac{71 \times 10^{-3}}{I_g} = \frac{1}{R_g + 1} \times \frac{R_g + 0.1}{0.1}$

$\frac{71}{8} = \frac{R_g + 0.1}{0.1\,R_g + 0.1}$

$7.1\,R_g + 7.1 = 8\,R_g + 0.8$

$6.3 = 0.9\,R_g$

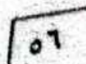
$R_g = 7\ \Omega$

(٢) (أ)

بالتعويض بقيمة R_g فى المعادلة ① :

$\frac{I_g}{8 \times 10^{-3}} = \frac{1}{7 + 1} = \frac{1}{8}$

$I_g = 1 \times 10^{-3}\ A$



(٤٢) ب

* عندما تنقص الحساسية إلى العُشر فإن :

$$I = 10\,I_g$$

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

$$0.1 = \frac{I_g R_g}{10\,I_g - I_g} \quad , \quad R_g = 0.9\,\Omega$$

* عندما تنقص الحساسية إلى الربع فإن :

$$I = 4\,I_g$$

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{I_g \times 0.9}{4\,I_g - I_g} = \frac{0.9}{3} = \mathbf{0.3\,\Omega}$$

(٤٣) (١) ب

عند غلق المفتاح K_1 فقط :

∵ حساسية الجهاز تقل للربع.

$$\therefore I = 4\,I_g$$

$$\frac{I_g}{I} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{I_g}{0.5} = \frac{1}{4} \quad , \quad I_g = 0.125\,A$$

$$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{2}{R_g + 2} \quad , \quad R_g = 6\,\Omega$$

عند غلق المفتاح K_2 فقط :

$$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$$

$$\frac{0.125}{I} = \frac{4}{6 + 4}$$

$$I = \mathbf{0.31\,A}$$

(٢) د

عند غلق المفتاحين K_1 ، K_2 معًا :

$$\grave{R}_s = \frac{2 \times 4}{2 + 4} = 1.33\,\Omega$$

$$\frac{I_g}{I} = \frac{\grave{R}_s}{R_g + \grave{R}_s}$$

$$\frac{0.125}{I} = \frac{1.33}{6 + 1.33} = 0.181$$

$$I = \mathbf{0.69\,A}$$

(٤٤) د

* عند غلق K_1 فقط :

$$(R_s)_1 = R$$

$$I_1 = 2\,I_g$$

$$(R_s)_1 = \frac{I_g R_g}{I_1 - I_g}$$

$$R = \frac{I_g R_g}{2\,I_g - I_g} = \frac{I_g R_g}{I_g} = R_g$$

* عند غلق K_2 فقط :

$$(R_s)_2 = \frac{I_g R_g}{I_2 - I_g} \quad , \quad 2\,R = \frac{I_g R}{I_2 - I_g}$$

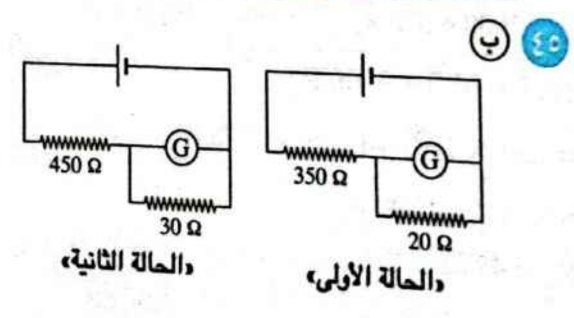
$$I_2 - I_g = \frac{I_g R}{2\,R} = \frac{I_g}{2}$$

$$I_2 = I_g + \frac{I_g}{2} = \frac{3}{2}\,I_g$$

$$\frac{I_g}{I_2} = \frac{2}{3}$$

∴ النسبة بين حساسية الجهاز إلى حساسية الجلفانومتر $= \frac{2}{3}$

(٤٥) ب



«الحالة الثانية» «الحالة الأولى»

* فى الحالة الأولى :

$$R_{eq} = 350 + \frac{20\,R_g}{20 + R_g}$$

$$= \frac{7000 + 350\ R_g + 20\ R_g}{20 + R_g}$$

$$= \frac{7000 + 370\ R_g}{20 + R_g}$$

$$V_g = I\grave{R}_{(\text{أميتر})} = \frac{V}{R_{eq}} \grave{R}_{(\text{أميتر})}$$

$$= \frac{V\ (20 + R_g)}{7000 + 370\ R_g} \times \frac{20\ R_g}{20 + R_g}$$

$$V_g = \frac{20\ VR_g}{7000 + 370\ R_g} \qquad ①$$

* فى الحالة الثانية :

$$R_{eq} = 450 + \frac{30\ R_g}{30 + R_g}$$

$$= \frac{13500 + 450\ R_g + 30\ R_g}{30 + R_g}$$

$$= \frac{13500 + 480\ R_g}{30 + R_g}$$

$$V_g = I\grave{R}_{(\text{أميتر})} = \frac{V}{R_{eq}} \grave{R}_{(\text{أميتر})}$$

$$= \frac{V\ (30 + R_g)}{13500 + 480\ R_g} \times \frac{30\ R_g}{30 + R_g}$$

$$V_g = \frac{30\ VR_g}{13500 + 480\ R_g} \qquad ②$$

∵ الانحراف متساوى.

∴ يمكن مساواة المعادلتين ①، ② :

$$\therefore \frac{20\ VR_g}{7000 + 370\ R_g} = \frac{30\ VR_g}{13500 + 480\ R_g}$$

$$(2.7 \times 10^5) + 9600\ R_g$$

$$= (2.1 \times 10^5) + (1.11 \times 10^4)\ R_g$$

$$6 \times 10^4 = 1500\ R_g$$

$$R_g = 40\ \Omega$$

حل آخر:

لكى يظل انحراف الجلفانومتر ثابت يجب أن يظل فرق الجهد بين طرفيه ثابت ويتحقق ذلك عندما تكون النسبة بين المقاومات فى الدائرتين ثابتة.

$$\frac{\frac{20\ R_g}{20 + R_g}}{350} = \frac{\frac{30\ R_g}{30 + R_g}}{450}$$

$$R_g = 40\ \Omega$$

---

٥٧ (١) ب

$$\grave{R} = \frac{V}{I_g} = \frac{10}{50 \times 10^{-6}} = 200 \times 10^3\ \Omega$$

(٢) ج

$$R_m = \grave{R} - R_g$$

$$= (200 \times 10^3) - (1 \times 10^3)$$

$$= 199 \times 10^3\ \Omega$$

---

٥٩ (١) ب

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

$$0.1 = \frac{20 \times 10^{-3} \times 5}{I - (20 \times 10^{-3})}$$

$$I = 1.02\ A$$

(٢) ج

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{5 - (20 \times 10^{-3} \times 5)}{20 \times 10^{-3}}$$

$$= 245\ \Omega$$

---

٦٠ (١) ب

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 40}{20 - (5 \times 10^{-3})}$$

$$= 0.01\ \Omega$$

توصل R_s على التوازى مع R_g

(٢) أ

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

$$= \frac{10 - (5 \times 10^{-3} \times 40)}{5 \times 10^{-3}} = 1960\ \Omega$$

توصل R_m على التوالى مع R_g

---

٦٣ (١) د

$$V = I_g\ (R_g + R_m)$$

$$\therefore \text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta I_g} = R_g + R_m$$

$$= \frac{120 - 0}{(12 - 0) \times 10^{-2}} = 10^3\ \Omega$$

$R_m = \text{slope} - R_g$

$= 10^3 - 50$

$= 950\ \Omega$

(٢) ⓑ

$\because I_g = 0.12\ A$

∴ من الرسم :

$V = 120\ V$

---

٦٤ (١) ⓙ

$\grave{R} = \frac{R_g R}{R_g + R} = \frac{50 \times 10}{50 + 10} = 8.33\ \Omega$

$V_g = I\grave{R} = 0.6 \times 8.33 = 5\ V$

(٢) ⓓ

$I_g = \frac{V_g}{R_g} = \frac{5}{50} = 0.1\ A$

$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$, $4950 = \frac{V - 5}{0.1}$

$\therefore V = 500\ V$

---

٦٥ (١) ⓙ

$\grave{R} = \frac{R_g R}{R_g + R} = \frac{30 \times 6}{30 + 6} = 5\ \Omega$

$V_g = I\grave{R} = 0.2 \times 5 = 1\ V$

عند توصيل المقاومة $144\ \Omega$:

$\grave{R} = \frac{6 \times 174}{6 + 174} = 5.8\ \Omega$

$V = I\grave{R} = 0.2 \times 5.8 = 1.16\ V$

(٢) ⓓ

$I_g = \frac{V_g}{R_g} = \frac{1}{30}\ A$

$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$, $144 = \frac{V - 1}{\frac{1}{30}}$

$V = 5.8\ V$

---

٦٦ ⓑ

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$

$1 = \frac{1 \times 10^{-3} \times 4}{I - (1 \times 10^{-3})}$ $\therefore I = 0.005\ A$

$\grave{R}_{(\text{توازى})} = \frac{R_s R_g}{R_s + R_g} = \frac{1 \times 4}{1 + 4} = 0.8\ \Omega$

$V = I(\grave{R} + R_m)$

$= 0.005 \times (0.8 + 999.2) = 5\ V$

---

٦٧ (١) ⓙ

$V_B = V_{ab} + V_{bc}$

$10 = 6 + V_{bc}$

$V_{bc} = 4\ V$

$V_{bc} = IR_{bc}$

$4 = I \times 16$

$I = 0.25\ A$

$\grave{R}_{ab} = \frac{V_{ab}}{I} = \frac{6}{0.25} = 24\ \Omega$

$24 = \frac{40 R_v}{40 + R_v}$

$R_v = 60\ \Omega$

(٢) ⓑ

$R_g = R_v = 60\ \Omega$

$I_g = \frac{V_g}{R_g} = \frac{7.5}{60} = 0.125\ A$

$R_s = \frac{V_g}{I - I_g} = \frac{7.5}{5 - 0.125} = 1.54\ \Omega$

---

٦٩ (١) ⓙ

$\because R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$

$0.5 = \frac{I_g R_g}{0.11 - I_g}$

$I_g R_g = 0.055 - 0.5\ I_g$ ①

$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$

$245 = \frac{2.5 - I_g R_g}{I_g}$

$\therefore I_g R_g = 2.5 - 245\ I_g$ ②

بمساواة المعادلتين ① ، ② :

$0.055 - 0.5\ I_g = 2.5 - 245\ I_g$

$I_g = 0.01\ A$

(٢) (أ) بالتعويض بـ I_g فى المعادلة (1) :

$$\therefore R_g = 5\,\Omega$$

---

(٧٠) (١) (د) $R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{150 - 5}{0.02} = 7250\,\Omega$

(٢) (ب) $R_g = \frac{V_g}{I_g} = \frac{5}{0.02} = 250\,\Omega$

---

(٧٣) (١) (ج)

$$I_g = \frac{V_B}{R_g + r + R_c}$$

$$16 \times 10^{-3} = \frac{1.5}{4 + 1.75 + R_c}$$

$$R_c = 88\,\Omega$$

(٢) (د)

$$I = \frac{V_B}{\grave{R} + R_x}$$

$$\grave{R} = R_g + R_c + r$$

$$= 4 + 88 + 1.75 = 93.75\,\Omega$$

$$10 \times 10^{-3} = \frac{1.5}{93.75 + R_x}$$

$$R_x = 56.25\,\Omega$$

(٣) (ب) $I = \frac{1.5}{93.75 + 300} = 3.8 \times 10^{-3}\,A$

---

(٧٤) (١) (د)

$$I_g = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v}$$

$$400 \times 10^{-6} = \frac{1.5}{250 + 3000 + R_v}$$

$$R_v = 500\,\Omega$$

(٢) (د)

$$100 \times 10^{-6} = \frac{1.5}{3750 + R_x}$$

$$R_x = 11250\,\Omega$$

---

(٨١) (ج)

$$I_g = \frac{V_B}{\grave{R}} \quad (1)$$

$$I_1 = \frac{V_B}{\grave{R} + R_X} \quad (2)$$



بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) :

$$\frac{I_g}{I_1} = \frac{\grave{R} + R_X}{\grave{R}}$$

$$\frac{I_g}{\frac{I_g}{4}} = \frac{\grave{R} + R}{\grave{R}}$$

$$4\grave{R} = \grave{R} + R$$

$$\grave{R} = \frac{R}{3}$$

$$I_2 = \frac{V_B}{\grave{R} + R_Y} \quad (3)$$

بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (3) :

$$\frac{I_g}{I_2} = \frac{\grave{R} + R_Y}{\grave{R}}$$

$$\frac{I_g}{\frac{3}{4} I_g} = \frac{\frac{R}{3} + R_Y}{\frac{R}{3}}$$

$$R_Y = \frac{R}{9}$$

---

(٨٢) (1)

$$I_g = \frac{V_B}{\grave{R}} \quad (1)$$

$$I_1 = \frac{V_B}{\grave{R} + (R_x)_1} \quad (2)$$

بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) :

$$\therefore \frac{I_g}{I_1} = \frac{\grave{R} + (R_x)_1}{\grave{R}}$$

$$\frac{41}{31} = \frac{\grave{R} + R_1}{\grave{R}}$$

$$R_1 = \frac{\grave{R}}{3}$$

$$I_2 = \frac{V_B}{\grave{R} + (R_x)_2} \quad (3)$$

بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (3) :

$$\therefore \frac{I_g}{I_2} = \frac{\grave{R} + (R_x)_2}{\grave{R}}$$

$$\frac{4\,I}{2\,I} = \frac{\grave{R} + R_2}{\grave{R}}$$

$$R_2 = \grave{R}$$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{\grave{R}}{3}}{\grave{R}} = \frac{1}{3}$$

---

(٨٣) (١) (جـ)

$$I_g = \frac{V_B}{\grave{R}}$$

$$10^{-3} = \frac{6}{\grave{R}} \quad , \quad \grave{R} = 6000\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{\grave{R} + R_x}$$

$$0.5 \times 10^{-3} = \frac{6}{6000 + (R_x)_1}$$

$$(R_x)_1 = 6000\ \Omega$$

(٢) (جـ)

$$0.25 \times 10^{-3} = \frac{6}{6000 + (R_x)_2}$$

$$(R_x)_2 = 18000\ \Omega$$

(٣) (د)

$$0.75 \times 10^{-3} = \frac{6}{6000 + (R_x)_3}$$

$$(R_x)_3 = 2000\ \Omega$$

(٤) (جـ)

---

(٨٤) (١) (جـ)

$$I_g = \frac{V_B}{\grave{R}}$$

$$500 \times 10^{-6} = \frac{V_B}{\grave{R}} \quad (1)$$

$$125 \times 10^{-6} = \frac{V_B}{\grave{R} + R_x}$$

$$125 \times 10^{-6} = \frac{V_B}{\grave{R} + 9000} \quad (2)$$

بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) :

$$\grave{R} = 3000\ \Omega$$

(٢) (أ)

بالتعويض فى المعادلة (1) :

$$V_B = 1.5\ V$$

---

(٨٥) (جـ)

$$I = \frac{V_B}{\grave{R} + R_x} \quad , \quad I_g = \frac{V_B}{\grave{R}}$$

$$\frac{1}{4} \times \frac{V_B}{\grave{R}} = \frac{V_B}{\grave{R} + 300}$$

$$4\,\grave{R} = \grave{R} + 300$$

$$\grave{R} = 100\ \Omega$$

$$\frac{1}{6} \times \frac{V_B}{\grave{R}} = \frac{V_B}{\grave{R} + R_x}$$

$$\frac{1}{6 \times 100} = \frac{1}{100 + R_x} \quad , \quad R_x = 500\ \Omega$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

(١) (١) التدريج منتظم لأن زاوية الانحراف تتناسب طرديًا مع شدة التيار وصفر تدريجه فى المنتصف حتى يمكن تحديد اتجاه التيار فى ملفه.

(٢) لأن الفيض الناتج عن التيار المتردد يكون متغير القيمة والاتجاه فيتغير اتجاه عزم الازدواج كل نصف دورة ويمنع القصور الذاتى للملف الاستجابة لهذا التغير فى الترددات العالية فيتذبذب المؤشر عند صفر التدريج.

(٣) لأن ملف الجلفانومتر لا يتحمل التيارات الكهربية العالية فعند مرور تيار كهربى شدته كبيرة فى ملف الجلفانومتر يتحول جزء من الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية قد تؤدى إلى انصهار الملف وكذلك قد يتولد عزم ازدواج أكبر من قدرة الملفين الزنبركيين على التحمل يؤدى إلى اختلال اتزان الملف.

٢ (١) يتولد فى الملف عزم ازدواج أكبر من قدرة الملفين الزنبركيين على التحمل مما قد يسبب اختلال اتزان ملف الجلفانومتر وقد يحترق الملف نتيجة الحرارة.

(٢) يتذبذب المؤشر عند صفر التدريج فى التيارات عالية التردد حيث لا يستجيب الملف للتغيرات السريعة فى اتجاه التيار بسبب قصوره الذاتى، وإذا كان تردد التيار منخفض يتبدل عزم الازدواج على ضلعى ملف الجلفانومتر ويتحرك المؤشر يمين ويسار صفر التدريج.

(٣) تزداد حساسية الجلفانومتر لأن زاوية انحراف المؤشر عن وضع الصفر تزداد لنفس التيار.

---

٣ أجب بنفسك.

---

٤ عند توصيل ملف الجلفانومتر بمجزئ تيار مقاومته تساوى مقاومة الجلفانومتر.

---

٥ (١) **الفكرة :** عزم الازدواج المؤثر على ملف قابل للحركة يمر به تيار كهربى وموضوع فى مجال مغناطيسى.

الشرح : عند مرور تيار كهربى فى الملف تتولد قوتان متوازيتان ومتساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه على الضلعين الطوليين للملف ينشأ عنهما عزم ازدواج فيدور الملف حول محوره.

(٢) **الفكرة :** التوصيل على التوازى.

الشرح : توصيل مقاومة صغيرة على التوازى مع ملف الجلفانومتر لجعله يقيس شدة تيار أعلى (زيادة مدى الجهاز).

٦ حتى يمر فيه نفس التيار المراد قياسه.

---

٧ (١) تقل حساسية الأميتر ويزداد المدى الذى يقيسه لشدة التيار.

(٢) يقل فرق الجهد بين طرفى المقاومة الأومية لأن مقاومة الأميتر صغيرة جدًا فيمر جزء كبير من تيار الدائرة خلاله وبالتالى يحدث خطأ كبير فى قياس فرق الجهد بين طرفى المقاومة.

(٣) قد لا يتأثر الأميتر بهذا التيار لصغر قيمته، فلا ينحرف مؤشر الأميتر.

---

٨ الأميتر فى الحالة الثانية (مع استخدام مجزئ التيار $0.02\ \Omega$) يقيس مدى أكبر، لأنه كلما قلت قيمة مجزئ التيار زاد مدى شدة التيار الذى يقيسه الجهاز تبعًا للعلاقة $\left(I = \frac{I_g R_g}{R_s} + I_g\right)$.

---

٩ أجب بنفسك.

---

١٠ ليكون فرق الجهد بين طرفى الفولتميتر مساوٍ لفرق الجهد المطلوب قياسه.

---

١١ تقل حساسية الفولتميتر ويمكن قياس فروق جهد أعلى به.

---

١٢ ، ١٣ أجب بنفسك.

---

١٤ (١) حتى تتناسب شدة التيار تناسبًا عكسيًا مع المقاومة الكلية عند ثبوت فرق الجهد طبقًا لقانون أوم.

(٢) لأن شدة التيار تتناسب عكسيًا مع المقاومة الكلية للدائرة فكلما زادت قيمة المقاومة المقاسة قلت شدة التيار المار فى ملف الجلفانومتر.

(٣) لأنه فى الأوميتر تتناسب شدة التيار الكهربى عكسيًا مع المقاومة الكلية للدائرة وليس مع المقاومة المراد قياسها فقط، أما فى حالة الأميتر تتناسب زاوية الانحراف طرديًا مع شدة التيار.

١٥ تتعذر معايرة الأوميتر ولا يمكن استخدامه فى قياس مقاومة مجهولة كما يمكن أن يمر تيار كبير يسبب احتراق ملف الجلفانومتر.

١٦ أجب بنفسك.

الفصل 2 إجابات أسئلة الامتحانات

١ أ ٢ أ ٣ أ ٤ أ
٥ د ٦ د ٧ ب ٨ ب
٩ أ ١٠ أ ١١ ب ١٢ أ
١٣ د ١٤ جـ ١٥ ب ١٦ أ
١٧ د ١٨ جـ ١٩ د ٢٠ جـ
٢١ أ ٢٢ ب ٢٣ ب ٢٤ أ
٢٥ أ ٢٦ أ ٢٧ د ٢٨ جـ
٢٩ أ ٣٠ جـ ٣١ جـ ٣٢ جـ
٣٣ د ٣٤ ب ٣٥ أ

الفصل 3 الدرس الأول

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ جـ ٢ ب ٣ د ٤ د
٥ ب ٦ ب ٧ د ٨ أ
٩ ب ١٠ د ١١ أ ١٢ د
١٣ أ ١٤ د ١٥ جـ ١٦ ب
١٧ د ١٨ (١) ب (٢) د ١٩ ب
٢٠ أ ٢١ (١) أ (٢) ب ٢٢ جـ

٢٣ ب
٢٤ (١) أ (٢) د (٣) ب (٤) أ (٥) أ
٢٥ (١) أ (٢) أ
٢٨ أ ٢٩ جـ ٢٦ أ ٢٧ د
٣٢ جـ ٣٣ د ٣٠ د ٣١ أ
٣٤ ب ٣٥ أ
٣٦ (١) جـ (٢) د (٣) جـ
٣٧ (١) أ (٢) أ
٣٨ جـ ٣٩ ب
٤٠ أ ٤١ د ٤٢ أ ٤٣ د
٤٤ د ٤٥ د ٤٦ د ٤٧ جـ
٤٨ د ٤٩ جـ ٥٠ ب ٥١ ب
٥٢ ب ٥٣ أ ٥٤ أ ٥٥ جـ
٥٦ جـ ٥٧ جـ ٥٨ د ٥٩ ب
٦٠ ب ٦١ ب ٦٢ د ٦٣ ب
٦٤ ب ٦٥ د ٦٦ د
٦٧ (١) أ (٢) أ (٣) جـ (٤) د
٦٨ د ٦٩ جـ ٧٠ جـ ٧١ أ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (✻)

١٨ (١) ب

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$$

$$emf = -200 \times \frac{(8.5 - 2.5)\times 10^{-3}}{0.4} = -3\ V$$

(٢) د

---

١٩ ب

$$\Delta\phi_m = -BA - BA$$

$$= -2\,BA$$

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = N\frac{2\,BA}{\Delta t}$$

$$= 100 \times \frac{2\times 0.2\times 20\times 10^{-4}}{0.2} = 0.4\ V$$

---

٢٠ أ

$$\Delta\phi_m = 0 - BA = -BA$$

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = N\frac{BA}{\Delta t}$$

$$= 1 \times \frac{0.05\times\frac{22}{7}\times(22\times 10^{-2})^2}{0.25}$$

$$= 0.03\ V$$

٢١ (١) ⓐ

$$emf = -N\frac{\Delta BA}{\Delta t}$$

$$= -\frac{400 \times (0.5-0.3) \times 4 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}}$$

$$= -16\ V$$

(٢) ⓑ

$$emf = -\frac{400 \times (0.2-0.3) \times 4 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}}$$

$$= 8\ V$$

---

٢٢ ⓒ

$$\Delta\phi_m = 0 - BA = -BA$$

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = N\frac{BA}{\Delta t}$$

$$0.4 = 100 \times \frac{B \times 10 \times 20 \times 10^{-4}}{0.2}$$

$$B = 0.04\ T$$

---

٢٣ ⓑ

$$emf = -N\frac{\Delta BA}{\Delta t}$$

$$= -400 \times \frac{(0-0.2) \times 50 \times 10^{-4}}{0.01}$$

$$= 40\ V$$

---

٢٤ (١) ⓐ

$$\Delta\phi_m = BA - 0 = BA$$

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -N\frac{BA}{\Delta t}$$

$$= -150 \times \frac{0.65 \times 75 \times 10^{-4}}{0.02}$$

$$= -36.56\ V$$

(٢) ⓓ

$$\Delta\phi_m = 0$$

$$emf = 0$$

(٣) ⓑ

$$\Delta\phi_m = -BA - 0 = -BA$$

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = N\frac{BA}{\Delta t}$$

$$= 150 \times \frac{0.65 \times 75 \times 10^{-4}}{0.02} = 36.56\ V$$

(٤) ⓐ

$$\Delta\phi_m = 0$$

$$emf = 0$$

(٥) ⓐ

$$\Delta\phi_m = 0$$

$$emf = 0$$

٢٥ (١) ⓐ

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -N\frac{\Delta BA}{\Delta t}$$

$$= -25 \times \frac{(0.55-0) \times 1.8 \times 10^{-4}}{0.75}$$

$$= -3.3 \times 10^{-3}\ V$$

(٢) ⓐ

$$I = \frac{emf}{R} = \frac{3.3 \times 10^{-3}}{3} = 1.1 \times 10^{-3}\ A$$

---

٢٦ ⓐ

$$\because emf = -N\frac{\Delta BA}{\Delta t}$$

$$\because emf = IR = \frac{Q}{\Delta t}R$$

$$\therefore \frac{Q}{\Delta t}R = -N\frac{\Delta BA}{\Delta t}$$

$$\therefore Q = -N\frac{\Delta BA}{R}$$

$$= -150 \times \frac{(0-8) \times 10^{-5} \times 0.045}{0.9}$$

$$= 6 \times 10^{-4}\ C$$

---

٢٧ ⓒ

$$emf = -N\frac{A\Delta B}{\Delta t}$$

$$= \frac{-1 \times 20 \times 20 \times 10^{-4} \times (0-0.4)}{0.08}$$

$$= 0.2\ V$$

- عند دوران الملف يقل الفيض المغناطيسي المار خلال الملف فتتولد في الملف قوة دافعة كهربية مستحثة طردية تبعًا لقاعدة لنز ينشأ عنها تيار كهربي مستحث في الملف اتجاهه في اتجاه دوران عقارب الساعة، أي من A إلى B مباشرةً.

---

٢٨ ⓑ

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$= -1 \times 100 \times 10^{-4} \times (-150) = 1.5\ V$$

$$I = \frac{V_B - emf}{R} = \frac{5-1.5}{10} = 0.35\ A$$

---

٢٩ (١) ⓒ

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$$

$$emf = -200 \times \frac{6-0}{2-0} = -600\ V$$

(٢) د

$$emf = -200 \times \frac{6-6}{3-2} = \mathbf{0}$$

(٣) ج

$$emf = -200 \times \frac{0-6}{6-3} = \mathbf{400\ V}$$

---

٣٩ ب

$$emf = -N\frac{B\Delta A}{\Delta t}$$

$$B = \frac{emf\ \Delta t}{N\Delta A} = \frac{5.5 \times 10^{-3} \times 60}{1 \times \frac{11}{14}} = \mathbf{0.42\ T}$$

---

٤٠ أ

عندما يمر تيار 1.5 A فى الملف اللولبى :

$$B_{(\text{لولبى})} = \mu n I_{(\text{لولبى})}$$

$$= 4\pi \times 10^{-7} \times 2100 \times 1.5$$

$$= 3.96 \times 10^{-3}\ T$$

عندما تتناقص شدة التيار إلى الصفر ثم تزداد إلى 1.5 A مرة أخرى :

$$\Delta\phi_m = BA - (-BA) = 2\ BA = 2\ B\pi r^2_{(\text{دائرى})}$$

$$= 2 \times 3.96 \times 10^{-3} \times \frac{22}{7} \times (1 \times 10^{-2})^2$$

$$= 2.49 \times 10^{-6}\ Wb$$

$$emf = N_{(\text{دائرى})}\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$$

$$= \frac{100 \times 2.49 \times 10^{-6}}{2 \times 0.05}$$

$$= \mathbf{2.49 \times 10^{-3}\ V}$$

---

٤١ د

$$A_1 = \pi r^2$$

$$= \frac{22}{7} \times (0.12)^2 = 45.26 \times 10^{-3}\ m^2$$

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -N\frac{B\Delta A}{\Delta t}$$

$$= -1 \times \frac{0.15 \times (3 - 45.26) \times 10^{-3}}{0.2}$$

$$= \mathbf{31.7 \times 10^{-3}\ V}$$

---

٥٨ د

$$emf = -B\ell v$$

$$B = \frac{emf}{\ell v} = \frac{0.4}{2 \times 5} = \mathbf{0.04\ T}$$

∵ جهد الطرف a أكبر من جهد الطرف b

∴ التيار يمر فى السلك من الطرف b إلى الطرف a

بتطبيق قاعدة اليد اليمنى لفلمنج نجد أن اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى عمودى على الصفحة **إلى الخارج**.

---

٦٠ ب

* إذا تحرك الساق عموديًا على المجال :

$$emf = B\ell v \sin\theta$$

$$= 0.8 \times 30 \times 10^{-2} \times 0.5 \times \sin 90$$

$$= \mathbf{0.12\ V}$$

* إذا تحرك الساق موازيًا للمجال :

$$emf = \mathbf{0}$$

---

٦١ ب

$$emf = -B\ell v$$

$$v = \frac{emf}{B\ell} = \frac{1}{0.7 \times 0.4}$$

$$= \mathbf{3.57\ m/s}$$

---

٦٢ د

$$emf = -B\ell v$$

$$B = \frac{emf}{\ell v} = \frac{4 \times 10^{-4}}{1 \times \frac{80 \times 1000}{60 \times 60}}$$

$$= \mathbf{18 \times 10^{-6}\ T}$$

---

٦٥ د

$$emf = -B\ell v$$

$$= 0.4 \times 20 \times 10^{-2} \times 5 = 0.4\ V$$

∵ السلكان يتحركان فى اتجاهين متضادين.

$$\therefore (emf)_t = 2\ emf = 0.4 \times 2 = 0.8\ V$$

$$I = \frac{(emf)_t}{R} = \frac{0.8}{2} = \mathbf{0.4\ A}$$



اتجاه التيار المار فى الساق من b إلى a

$emf = B\ell v$

$= 0.4 \times 0.25 \times 2 = \mathbf{0.2\ V}$

---

٦٧ (١) ①

$emf = B\ell v$

$= 0.6 \times 0.15 \times 8 = \mathbf{0.72\ V}$

(٢) ①

$I = \frac{emf}{R} = \frac{0.72}{25} = \mathbf{0.0288\ A}$

(٣) ⓙ

$F = BI\ell$

$= 0.6 \times 0.0288 \times 0.15$

$= \mathbf{2.59 \times 10^{-3}\ N}$

(٤) ⓓ

$P_w = I^2R$

$= (0.0288)^2 \times 25$

$= \mathbf{20.7 \times 10^{-3}\ W}$



$\because F = BI\ell$

$\because I = \frac{emf}{R} \quad , \quad \because emf = -B\ell v$

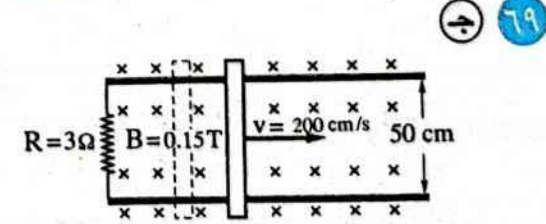
$\therefore I = \frac{B\ell v}{R}$

$\therefore F = B\left(\frac{B\ell v}{R}\right)\ell$

$F = \mathbf{\frac{B^2\ell^2 v}{R}}$

---

٦٩ ⓙ



$emf = -B\ell v$

$= -0.15 \times 0.5 \times 200 \times 10^{-2} = -0.15\ V$

$F = BI\ell$

$= B \times \frac{emf}{R} \times \ell = 0.15 \times \frac{0.15}{3} \times 0.5$

$= \mathbf{3.75 \times 10^{-3}\ N}$

* فى حالة السلك :

$emf = -B\ell v$

$= -0.8 \times 2 \times 1 = \mathbf{-1.6\ V}$

* فى حالة الملف :

$N = \frac{\ell}{2\pi r}$

$= \frac{200 \times 10^{-2}}{2\pi \times \frac{2}{\pi} \times 10^{-2}} = 50$ لفة

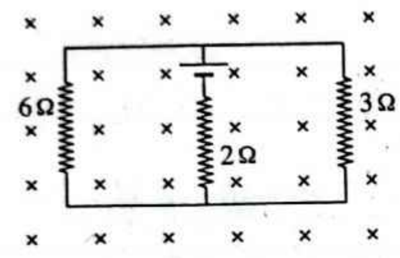
$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -\frac{50 \times (6-0) \times 10^{-4}}{0.1 \times 60}$

$= \mathbf{-0.005\ V}$

---

٧١ ①

الموصل المنزلق يعتبر مصدر التيار الكهربى فى الدائرة وبالتالى يمكن إعادة رسم الدائرة الكهربية كما هو مبين بالشكل التالى :



المقاومتان $3\ \Omega$ ، $6\ \Omega$ متصلتان على التوازى :

$\grave{R}_1 = \frac{3 \times 6}{3+6} = 2\ \Omega$

مقاومة الموصل $2\ \Omega$ والمقاومة $\grave{R}_1$ متصلتان على التوالى :

$R_t = 2 + 2 = 4\ \Omega$

$\because emf = IR_t = B\ell v$

$\therefore I = \frac{B\ell v}{R_t} = \frac{2 \times 1 \times 2}{4} = 1\ A$

$F = BI\ell = 2 \times 1 \times 1 = \mathbf{2\ N}$

ثانيا إجابات أسئلة المقال

١ ينحرف مؤشر الجلفانومتر أثناء الإدخال لتولد emf مستحثة فى الملف نتيجة تغير الفيض المغناطيسى ثم ينعدم هذا التغير عند استقرار المغناطيس فيعود المؤشر للصفر.

---

٢ ، ٣ أجب بنفسك.

④ (١) قطب شمالى (N).
(٢) يزداد الانحراف اللحظى لمؤشر الجلفانومتر لأن أسطوانة الحديد تعمل على تركيز خطوط الفيض المغناطيسى التى تقطع الملف.
(٣) * اتجاه التيار على الرسم.
* قاعدة لنز.

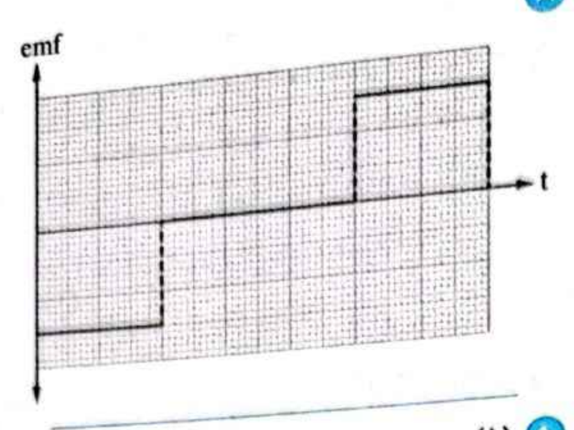


⑤ (١) تزداد إضاءة المصباح لحظيًا.
(٢) تظل إضاءة المصباح ثابتة.
(٣) تقل إضاءة المصباح لحظيًا.

⑥ لأن عند إغلاق دائرة الملف يحدث تزايد سريع للتيار المار فيه وكذلك لكثافة الفيض الناشئ عنه والذى يقطع الحلقة مما يسبب تولد تيار مستحث كبير فى الحلقة ووفقًا لقاعدة لنز يكون اتجاه هذا التيار بحيث يعاكس التغير المسبب له فيكون المجال المغناطيسى الناشئ عنه معاكس للمجال المغناطيسى الناشئ عن الملف وبالتالى تكون الأقطاب المتقابلة متشابهة فتتولد بين الحلقة والملف قوة تنافر كبيرة تسبب اندفاع الحلقة لأعلى إلى ارتفاع كبير.

⑦ يصل المغناطيس فى الشكل A أولًا إلى سطح الأرض لأن فى الشكل B الحلقة مغلقة فينشأ فيها تيار كهربى مستحث يؤدى لتكون قطب مشابه (شمالى) على وجه الحلقة المقابل للمغناطيس أثناء اقترابه منها كما يتكون قطب شمالى أيضًا على الوجه السفلى للحلقة أثناء ابتعاد المغناطيس عنها فتجذب الحلقة المغناطيس مما يسبب بطء الحركة فى الشكل B وهو ما لا يحدث فى الشكل A لأن الحلقة مفتوحة وبالتالى لا يمر بها تيار.

⑧

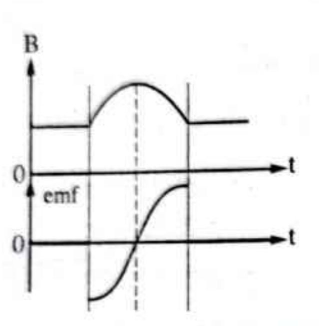


⑨ (١) $\tau = BIAN$ (نهاية عظمى)

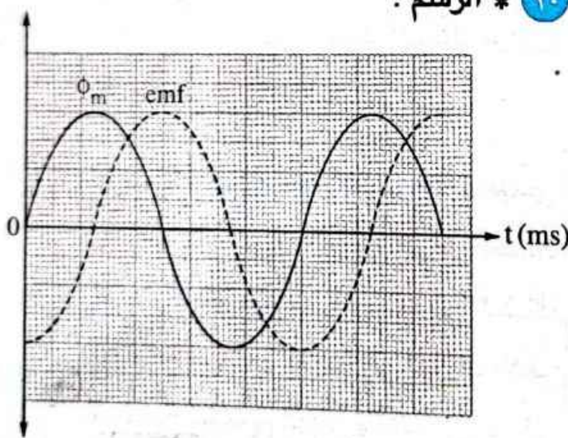
$\theta = 90°$

(٢) $\tau = 0$ ، $\theta = 180°$

(٣) الرسم :



⑩ * الرسم :



* التفسير :
طبقًا لقانون فاراداى $\left(emf \propto -\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)$ فإن emf تمثل ميل المماس لمنحنى $(\phi_m - t)$ عند أى لحظة :
– فى البداية يكون $\phi_m = 0$ فيكون الميل نهاية عظمى وبالتالى تكون قيمة emf نهاية عظمى ولكن نرسمها فى الاتجاه السالب طبقًا لقاعدة لنز.

- بزيادة قيمة ϕ_m يقل الميل تدريجيًا وبالتالى تقل قيمة emf وعندما تصل قيمة ϕ_m لنهاية عظمى تكون قيمة emf مساوية للصفر.
- عندما تقل قيمة ϕ_m تـزداد قيمة الميل فى الاتجاه السالب وتزداد قيمة emf ولكن فى الاتجاه الموجب وهكذا.

١١ • مقاومة القلب المعدنى.
• حجم القلب الحديدى.
• المعدل الزمنى للتغير فى الفيض المغناطيسى.

١٢ لأنه لا يتولد تيار مسـتحث دوامى إلا إذا حدث تغيـر فـى قطع الفيض وحتى يحـدث ذلك بتلك الكتـل المعدنية الثابتة ينبغـى أن يكون الفيض المار بها متغيرًا.

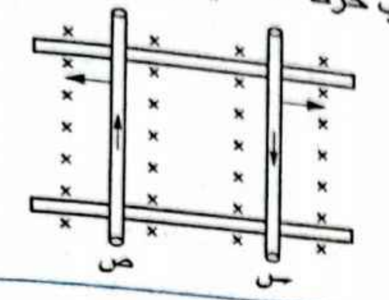
١٣ ترتفع درجة حرارة القطعة المعدنية بسبب تولد تيارات دوامية فيها.

١٤ (١) ، (٢) أن يكون اتجاه حركة السـلك موازى لاتجاه المجال المغناطيسى.

١٥ (١) لأن حركة السلك خلال الفيض المغناطيسى تؤثر على الإلكترونات الحرة لذرات السـلك المتحـرك فتندفـع من أحـد طرفى السـلك (ويصبح موجـب الجهد) إلى الطرف الآخر (ويصبح سـالب الجهد) فينشـأ بين طرفى السـلك فرق فى الجهد وبذلك تتولـد قـوة دافعة كهربية مستحثة بين طرفيه.

(٢) لأن اتجـاه حركـة السـلك قد يكـون موازيًا للفيض المغناطيسى أى أن الزاوية بين اتجاه الحركـة والفيض = صفـر (لا يقطع خطوط الفيـض) وتبعًا للعلاقة $(emf = B\ell v \sin\theta)$ تنعدم emf المستحثة.

١٦ يتحرك السلكان فى اتجاهين متضادين مبتعدين عـن بعضهما، لأنه إذا بدأ المجال المغناطيسـى فـى التناقـص تدريجيًا يتولد فـى الدائرة تيار كهربـى وحسـب قاعدة لنز يكـون اتجاه التيار الكهربـى المسـتحث فى اتجاه عقارب السـاعة فتؤثـر قوة مغناطيسـية على كل من السـلكين تسبب حركة السلكين إلى الخارج كما بالشكل.



١٧ أجب بنفسك.

١٨ (١)
$(emf)_{ab} = -B(2\ell)v$
$(emf)_{bc} = 0$

(٢)
$(emf)_{ab} = 0$
$(emf)_{bc} = -B\ell v$

(٣)
$(emf)_{ab} = 0$
$(emf)_{bc} = 0$

الفصل 3 الدرس الثانى

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ (أ)	٢ (أ)	٣ (ب)	٤ (ب)
٥ (د)	٦ (ب)	٧ (د)	٨ (ب)
٩ (١) (أ) (٢) (جـ)		١٠ (د)	١١ (ب)
١٢ (د)	١٣ (جـ)	١٤ (د)	١٥ (جـ)
١٦ (أ)	١٧ (ب)	١٨ (ب)	١٩ (جـ)
٢٠ (جـ)	٢١ (ب)	٢٢ (جـ)	
٢٣ (١) (د) (٢) (ب)		٢٤ (جـ)	٢٥ (جـ)
٢٦ (جـ)	٢٧ (ب)	٢٨ (ب)	٢٩ (أ)







٣٠ (د) ٣١ (جـ) ٣٢ (جـ)

٣٣ (١) (أ) (٢) (جـ) ٣٤ (ب) ٣٥ (ب)

٣٦ (١) (جـ) (٢) (د) ٣٧ (د) ٣٨ (د)

٣٩ (أ) ٤٠ (١) (أ) (٢) (أ)

٤١ (١) (د) (٢) (د) (٣) (ب) ٤٢ (جـ)

٤٣ (أ) ٤٤ (جـ) ٤٥ (ب) ٤٦ (ب)

٤٧ (د) ٤٨ (د) ٤٩ (د) ٥٠ (جـ)

٥١ (١) (د) (٢) (ب) ٥٢ (١) (أ) (٢) (جـ)

٥٣ (جـ) ٥٤ (جـ) ٥٥ (ب)

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (✱)



٨ (ب)

$$(emf)_2 = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -0.1 \times \frac{(0-4)}{0.01}$$

$$= \mathbf{40\ V}$$

---

٩ (١) (أ)

$$B_1 = \mu_1 \frac{N_1 I_1}{\ell_1}$$

$$= 0.002 \times \frac{200 \times 4}{0.1} = 16\ T$$

$$(emf)_2 = -N_2 \frac{\Delta B_1 A_2}{\Delta t}$$

$$= -10^5 \times \frac{(0-16)\times \pi \times (1.75\times 10^{-2})^2}{0.01}$$

$$= \mathbf{1.54 \times 10^5\ V}$$

(٢) (جـ)

$$M = \frac{(emf)_2\, \Delta t}{\Delta I_1}$$

$$= \frac{1.54\times 10^5 \times 0.01}{4} = \mathbf{385\ H}$$



١٠ (د)

$$-M\frac{\Delta I_X}{\Delta t} = -N_Y \frac{\Delta(\phi_m)_Y}{\Delta t}$$

$$M \times 7 = 2000 \times 2.5 \times 10^{-4}$$

$$M = \mathbf{0.07\ H}$$



١٣ (د)

$$(emf)_x = -N_x \frac{(\Delta\phi_m)_x}{\Delta t} = -M\frac{\Delta I_y}{\Delta t}$$

$$N_x (\Delta\phi_m)_x = M\Delta I_y$$

$$100 \times 2 \times 10^{-3} = 0.01\ \Delta I$$

$$\Delta I = \mathbf{20\ A}$$



١٦ (أ)

* التغير فى الفيض المغناطيسى الناشئ عن قلب الملف الكبير والمؤثر على الملف الصغير :

$$\Delta\phi_m = -B_1A_2 - B_1A_2 = -2\,B_1A_2$$

* emf المستحثة المتولدة فى الملف الصغير :

$$(emf)_2 = -N_2\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = N_2\frac{2\,B_1A_2}{\Delta t}$$

$$I_2R_2 = N_2\frac{2\,B_1A_2}{\Delta t}$$

$$\frac{Q_2R_2}{\Delta t} = N_2\frac{2\,B_1A_2}{\Delta t}$$

$$20\times 10^{-9}\times 50 = 10\times 2\times B_1 \times 5\times 10^{-4}$$

$$B_1 = 10^{-4}\ T$$

$$B_1 = \frac{\mu I_1 N_1}{2r_1}$$

$$10^{-4} = \frac{4\pi\times 10^{-7}\times I \times 7}{2\times 11\times 10^{-2}}$$

$$I = \mathbf{2.5\ A}$$

---

١٧ (ب)

$$\because B_1 = \frac{\mu_{(\text{حديد})} N_1 I_1}{\ell_1}$$

$$= \frac{2\times 10^{-3}\times 50\times 4}{10\times 10^{-2}} = 4\ T$$

$$\because (emf)_2 = -N_2\frac{(\Delta\phi_m)_2}{\Delta t} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore N_2A_2\,\Delta B_1 = M\Delta I_1$$

$$\therefore M = \frac{N_2 A_2 \Delta B_1}{\Delta I_1} = \frac{N_2 \pi r_2^2 \Delta B_1}{\Delta I_1}$$

$$= \frac{500 \times \frac{22}{7} \times (1.75 \times 10^{-2})^2 \times (0-4)}{(0-4)}$$

$$= \mathbf{0.48\ H}$$

---

٣٣ (١) ⓐ

$$emf = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$= -100 \times \frac{(0-6) \times 10^{-4}}{0.02} = \mathbf{3\ V}$$

(٢) ⓙ

$$emf = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{(0-I)}{\Delta t}$$

$$I = \frac{emf\ \Delta t}{L}$$

$$= \frac{3 \times 0.02}{0.03}$$

$$= \mathbf{2\ A}$$



٣٤ ⓑ

$$emf = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} = \frac{L\ \Delta I}{N\ \Delta t} = \frac{6 \times 10^{-3} \times 2}{300}$$

$$= \mathbf{4 \times 10^{-5}\ Wb/s}$$



٣٥ ⓑ

$$L = \frac{\mu A N^2}{\ell}$$

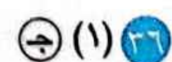
$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 40 \times 10^{-4} \times (500)^2}{0.4}$$

$$= 3.14 \times 10^{-3}\ H$$

$$emf = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$= -3.14 \times 10^{-3} \times \frac{(0-2)}{0.1}$$

$$= \mathbf{6.28 \times 10^{-2}\ V}$$



٣٦ (١) ⓙ

$$L = \frac{\mu A N^2}{\ell}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{70}{22} \times 10^{-4} \times (40)^2}{0.1}$$

$$= \mathbf{6.4 \times 10^{-6}\ H}$$

(٢) ⓓ

عند قص 10 لفات :

$$\ell_2 = \frac{3}{4} \ell = \frac{3}{4} \times 0.1 = 0.075\ m$$

$N_2 = 30$ لفة

$$L = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{70}{22} \times 10^{-4} \times (30)^2}{0.075}$$

$$= \mathbf{4.8 \times 10^{-6}\ H}$$

---

٣٩ ⓐ

$$emf = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$5 = -0.005 \times \frac{(0-10)}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \mathbf{0.01\ s}$$

---

٤٠ (١) ⓐ

$$emf = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$= -500 \times \frac{(0-10^{-4})}{0.5} = \mathbf{0.1\ V}$$

(٢) ⓐ

$$L = \frac{emf\ \Delta t}{\Delta I} = \frac{0.1 \times 0.5}{5} = \mathbf{0.01\ H}$$

---

٤١ (١) ⓓ

$$B = \mu \frac{NI}{\ell}$$

$$= 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{700 \times 2}{1.1}$$

$$= \mathbf{1.6 \times 10^{-3}\ T}$$

(٢) ⓓ

$$emf = -N \frac{\Delta B A}{\Delta t}$$

$$= -700 \times \frac{(0-1.6) \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-4}}{0.01}$$

$$= \mathbf{0.112\ V}$$

(٣) ⓑ

$$L = \frac{emf\ \Delta t}{\Delta I} = \frac{0.112 \times 0.01}{2}$$

$$= \mathbf{5.6 \times 10^{-4}\ H}$$

---

٤٤ ⓙ

$$emf = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

* خلال الفترة ab :

لا تتغير شدة التيار المار فى الملف بمرور الزمن وبالتالى لا تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة فى الملف.

* خلال الفترة bc :
تقل شدة التيار المار فى الملف بمعدل منتظم فتتولد فى الملف قوة دافعة كهربية مستحثة طردية لها قيمة ثابتة.
* خلال الفترة cd :
تزداد شدة التيار المار فى الملف بمعدل منتظم فتتولد قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية فى الملف لها قيمة ثابتة.
* خلال الفترة de :
لا تتغير شدة التيار المار فى الملف بمرور الزمن وبالتالى لا تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة فى الملف.
∴ الاختيار الصحيح هو (ج).

٤٦ (ب)
* عند غلق المفتاح K يمر التيار فى كل من :
- الملف اللولبى فتتولد به قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية بالحث الذاتى تؤخر مرور التيار فى هذا الفرع وتؤخر وصول التيار إلى قيمته الثابتة فيتأخر وصول إضاءة المصباح X إلى أقصى إضاءة.
- الملف اللولبى ذو قلب الحديد فتتولد به قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية بالحث الذاتى قيمتها أكبر من المتولدة فى الملف اللولبى ذو القلب الهوائى لزيادة قيمة معامل الحث الذاتى للملف حيث $(L \propto \mu)$ فيتأخر مرور التيار أكثر فى هذا الفرع عن الفرع الذى يحتوى على المصباح X وكذلك يتأخر وصول التيار إلى قيمته الثابتة فيتأخر وصول إضاءة المصباح Y إلى أقصى إضاءة عن المصباح X
- المصباح Z (السلك المستقيم) ويصل إلى أقصى إضاءة أسرع من المصباحين X، Y وذلك لعدم تولد قوة دافعة كهربية مستحثة بين طرفيه فتنعدم إعاقة التيار فى السلك.
∴ الاختيار الصحيح هو (ب).

٤٧ (د)

$\because emf = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\therefore -7.5 = -0.2 \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\therefore \frac{\Delta I}{\Delta t} = 37.5\ A/s$

$\because emf = -N\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$

$\therefore -7.5 = -25 \times \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$

$\therefore \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} = 0.3\ Wb/s$

٤٨ (د)

$\because emf = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -N\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$

$\therefore L\Delta I = N\Delta \phi_m$

$0.5\ \Delta I = 500\ \Delta \phi_m$

$\Delta \phi_m = (0.001\ \Delta I)\ Wb$

٥١ (١) (د)

$V_B - (emf)_{\text{مستحثة}} = IR$

لحظة التوصيل : $I = 0$

$\therefore (emf)_{\text{مستحثة}} = V_B = 120\ V$

$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{(emf)_{\text{مستحثة}}}{L} = \frac{120}{0.6} = 200\ A/s$

(٢) (ب)

$V_B - (emf)_{\text{مستحثة}} = \frac{80}{100} V_B$

$(emf)_{\text{مستحثة}} = \frac{20}{100} V_B$

$(emf)_{\text{مستحثة}} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\frac{20}{100} \times 120 = 0.6 \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{24}{0.6} = 40\ A/s$

٥٢ (١) (أ)

$(emf)_A = -L\frac{\Delta I_A}{\Delta t} = -N_A\frac{(\Delta \phi_m)_A}{\Delta t}$

$L = N_A\frac{(\Delta \phi_m)_A}{\Delta I_A} = 500 \times \frac{2 \times 10^{-3}}{10}$

$= 0.1\ H$

(٢) ⓙ $M = N_B \frac{(\Delta\phi_m)_B}{\Delta I_A} = 2000 \times \frac{10^{-4}}{10}$

$= \mathbf{0.02\ H}$

٥٣ ⓙ

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{A_1 N_1^2 \ell_2}{A_2 N_2^2 \ell_1}$$

$$= \frac{AN^2 \times \frac{1}{2}\ell}{2A \times (\frac{1}{4}N)^2 \ell} = \frac{16\ AN^2 \ell}{4\ AN^2 \ell} = \frac{4}{1}$$

٥٥ ⓑ

$$(emf)_1 = -L\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{(emf)_1}{L} = \frac{20}{0.04} = 500\ A/s$$

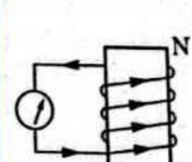
$$(emf)_2 = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$M = \frac{(emf)_2}{\Delta I_1 / \Delta t} = \frac{5}{500} = \mathbf{0.01\ H}$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) قطب شمالى. (٢) قطب شمالى.
(٣) قطب جنوبى. (٤) قطب جنوبى.

٢ (١) قاعدة عقارب الساعة أو قاعدة اليد اليمنى لأمبير.
(٢) قاعدة لنز.



٣ أجب بنفسك.

٤ (١) * يتحرك مؤشر الأميتر معبرًا عن نمو التيار فى الدائرة الأولى حتى يصل إلى قراءة تحدد شدة تيار البطارية ويكون نمو التيار بطيئًا بسبب القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية.

* يتحرك مؤشر الجلفانومتر فى اتجاه معين معبرًا عن التيار المتولد بالحث المتبادل بين الملفين (١)، (٢) ثم يعود إلى صفر التدريج مع استقرار مؤشر الأميتر.

(٢) * ينحرف مؤشر الأميتر ببطء أكثر من الحالة الأولى وذلك لزيادة القوة الدافعة العكسية المتولدة بالحث الذاتى فى الملف ثم يستقر عند نفس القراءة السابقة فى الحالة الأولى.

* بالنسبة للجلفانومتر فإن انحرافه سوف يزداد نتيجة لوجود الساق الحديدية التى تعمل على زيادة كثافة الفيض المغناطيسى فتزيد emf المستحثة العكسية ثم يعود المؤشر إلى صفر التدريج مرة أخرى مع استقرار مؤشر الأميتر.

٥ (١) يتم تفريغ الطاقة المغناطيسية المختزنة فى الملف فى أنبوبة مفرغة من الهواء وبها غاز خامل، مما يسبب تصادمات بين ذراته تؤدى إلى تأينها واصطدامها مع سطح الأنبوبة المطلى بمادة فلورسية مما يؤدى إلى انبعاث الضوء المرئى.

(٢) يقل معامل الحث الذاتى للملف للنصف حيث $\left(L \propto \frac{1}{\ell}\right)$.

٦ (١) لأن السلك المستقيم لا يتولد بين طرفيه emf مستحثة لحظة نمو التيار لأن المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى السلك لا يقطع السلك نفسه أما فى حالة الملف فإن نمو الفيض القاطع له يولد emf مستحثة عكسية تعمل على إطالة زمن نمو التيار فيه.

(٢) لتولد emf مستحثة عكسية لحظة الغلق تؤخر لحظة وصول التيار للقيمة العظمى وتولد emf مستحثة طردية لحظة فتح الدائرة تؤخر انهيار التيار.

(٣) فى حالة السلك لا يتولد بين طرفيه emf مستحثة لأن السلك لا يقطع المجال المغناطيسى الناشئ عنه أما فى حالة الملف لحظة فتح الدائرة تتولد emf مستحثة طردية تقاوم انهيار التيار وتتوقف على التغير فى الفيض الذى يقطعه الملف فى وحدة الزمن وتزداد أكثر عندما يكون للملف قلب من الحديد لأن الحديد يعمل على تركيز خطوط الفيض.

(٤) لتلافى تأثير الحث الذاتى للملف حيث يلغى المجال الناتج عن مرور التيار فى أى لفة المجال الناتج عن مرور التيار فى اللفة المجاورة لها ويصبح لها مقاومة أومية ثابتة.

(٧) أجب بنفسك.

الفصل 3 الدرس الثالث

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

(١) جـ (٢) ب (٣) جـ (٤) جـ

(٥) ب (٦) ب (٧) ب (٨) ب

(٩) ب (١٠) د (١١) ب (١٢) أ

(١٣) أ (١٤) د (١٥) د (١٦) جـ

(١٧) د (١٨) ب

(١٩) (١) ب (٢) ب (٣) أ — (٢٠) جـ

(٢١) (١) أ (٢) جـ (٣) ب

(٢٢) (١) د (٢) ب — (٢٣) (١) ب (٢) ب

(٢٤) (١) جـ (٢) ب — (٢٥) جـ — (٢٦) أ

(٢٧) ب — (٢٨) أ — (٢٩) (١) جـ (٢) جـ

(٣٠) جـ — (٣١) (١) جـ (٢) د (٣) أ

(٣٢) د — (٣٣) ب — (٣٤) د

(٣٥) (١) أ (٢) ب

(٣٦) (١) جـ (٢) ب (٣) ب — (٣٧) د

(٣٨) ب — (٣٩) جـ

(٤٠) (١) (أ) أ (ب) ب (جـ) أ (٢) (أ) جـ (ب) ب (جـ) د

(٤١) ب — (٤٢) جـ

(٤٣) (١) ب (٢) أ (٣) د

(٤٤) (١) أ (٢) د — (٤٥) جـ — (٤٦) د

(٤٧) جـ — (٤٨) (١) أ (٢) جـ (٣) ب

(٤٩) (١) ب (٢) أ

(٥٠) (١) أ (٢) جـ (٣) أ

(٥١) جـ — (٥٢) ب — (٥٣) أ — (٥٤) د

(٥٥) (١) ب (٢) أ — (٥٦) (١) أ (٢) أ

(٥٧) (١) ب (٢) ب — (٥٨) (١) جـ (٢) جـ

(٥٩) ب — (٦٠) جـ

(٦١) (١) ب (٢) د (٣) د — (٦٢) جـ

(٦٣) ب

(٦٤) (١) أ (٢) جـ (٣) ب (٤) ب (٥) جـ

(٦٥) (١) ب (٢) د

(٦٦) (١) د (٢) د (٣) أ — (٦٧) د

(٦٨) جـ — (٦٩) أ — (٧٠) جـ — (٧١) جـ

(٧٢) جـ — (٧٣) ب — (٧٤) ب

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (✻)

(١٦) جـ

$$(emf)_{max} = NBA\omega$$

$$B = \frac{(emf)_{max}}{NA\omega} = \frac{628}{400 \times 0.5 \times 10\,\pi}$$

$$= \mathbf{0.1\ T}$$

بتطبيق قاعدة فلمنج لليد اليمنى على أى من الضلعين الطوليين للملف نجد أن اتجاه التيار المستحث فى الدائرة الخارجية **من a إلى b**

---

(١٩) (١) ب

$$emf = (emf)_{max} \sin\theta$$

$$= 200 \times \sin\frac{360}{12} = \mathbf{100\ V}$$

(٢) ب

$$emf = (emf)_{max} \sin\theta$$

$$= 200 \times \sin 30 = \mathbf{100\ V}$$

(٣) أ

$$emf = 200 \times \sin 30 = \mathbf{100\ V}$$

٢٠ ⓙ

$emf = NBA \times 2\pi f \sin\theta$

$= 800 \times 0.001 \times 0.25$

$\times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{600}{60} \times \sin 30 = \mathbf{6.286\ V}$

---

٢١ (١) Ⓐ

$emf = \mathbf{0}$

(٢) ⓙ

$(emf)_{max} = NBA \times 2\pi f$

$= 100 \times 0.3 \times 0.025$

$\times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{700}{60} = \mathbf{55\ V}$

(٣) ⓑ

$(emf)_{eff} = 0.707\ (emf)_{max}$

$= 0.707 \times 55 = \mathbf{38.885\ V}$

---

٢٢ (١) ⓓ

$(emf)_{max} = NBA \times 2\pi f$

$= 420 \times 0.4 \times 50 \times 10^{-4}$

$\times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{1000}{60} = \mathbf{88\ V}$

(٢) ⓑ

$emf = (emf)_{max} \sin\theta$

$= 88 \times \sin 150 = \mathbf{44\ V}$

---

٢٣ (١) ⓑ

$\theta = 2\pi ft$

$90 = 2 \times 180 \times f \times \frac{1}{200}$

$f = 50\ Hz$

$(emf)_{max} = NAB \times 2\pi f$

$= 420 \times 3 \times 10^{-3} \times 0.5$

$\times 2 \times \frac{22}{7} \times 50 = \mathbf{198\ V}$

(٢) ⓑ

$(emf)_{max} \sin\theta = emf$

$= \frac{(emf)_{max}}{2}$

$\sin\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 30°$

$30 = 2 \times 180 \times 50\, t$

$t = \mathbf{\frac{1}{600}\ s}$

---

٢٤ (١) ⓙ

$(emf)_{max} = NBA \times 2\pi f$

$= 70 \times 0.5 \times 4 \times 10^{-2}$

$\times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{3600}{60} = \mathbf{528\ V}$

(٢) ⓑ

$emf = (emf)_{max} \sin 2\pi ft$

$= 528 \times \sin\left(2 \times 180 \times 60 \times \frac{1}{720}\right)$

$= \mathbf{264\ V}$

---

٢٦ Ⓐ

* من معادلة القوة الدافعة الكهربية المعطاة :

$(emf)_{max} = (100\pi) V$

$\omega = (100\pi)\ rad/s$

$\because (emf)_{max} = NBA\omega$

$\because (\phi_m)_{max} = BA$

$\therefore (\phi_m)_{max} = \frac{(emf)_{max}}{N\omega}$

$= \frac{100\pi}{100 \times 100\pi} = \mathbf{10^{-2}\ Wb}$

---

٣١ (١) ⓙ

النقطة (C)، لأن قيمة emf المستحثة تنعدم إذا كان مستوى الملف عمودى على اتجاه المجال المغناطيسى $(\theta = 0°)$.

(٢) ⓓ

$emf = (emf)_{max} \sin\theta_1$

$22.5 = 45 \sin\theta_1$

$\theta_1 = 30°$

لكى يدور الملف من الوضع الموازى $(\theta_1 = 30°)$ إلى وضع $(\theta_2 = 90°)$ يجب أن يدور الملف بزاوية θ

$\theta = \theta_2 - \theta_1 = 90 - 30 = 60°$

$T = 0.75 \times 10^{-3} \times 4 = 3 \times 10^{-3}\ s$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3 \times 10^{-3}} = \frac{1000}{3}\ Hz$

$\theta = 2\pi ft$

$60 = 2 \times 180 \times \frac{1000}{3} \times t$

$t = \mathbf{5 \times 10^{-4}\ s}$

(٣) Ⓐ

(٢) (ب)

$t = (\frac{4}{3} + \frac{4}{3}) \times 10^{-3} = \frac{1}{375}$ s

$emf = (emf)_{max} \sin (360\ ft)$

$= 40 \times \sin (360 \times 125 \times \frac{1}{375})$

$= 20\sqrt{3}$ **V**

(٣) (ب)

$I_{max} = \frac{(emf)_{max}}{R} = \frac{40}{10} = 4$ A

$I_{eff} = 0.707\ I_{max} = 0.707 \times 4$

$=$ **2.828 A**

---

٤٠ (١) (أ) (أ)

$emf =$ **0**

(ب) (ب)

$(emf)_{max} = NBA \times 2\pi f$

$= 200 \times 0.1 \times 6 \times 10^{-2} \times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{1800}{60}$

$=$ **226.29 V**

(جـ) (أ)

$emf = (emf)_{max} \sin\theta$

$= 226.29 \times \sin 30 =$ **113.15 V**

(٢) (١) (جـ)

$(emf)_{متوسط} = NBA \times 4f$

$= 200 \times 0.1 \times 6 \times 10^{-2} \times 4 \times \frac{1800}{60} =$ **144 V**

(ب) (ب) متوسط emf خلال نصف دورة = متوسط emf خلال $\frac{1}{4}$ دورة = **144 V**

(جـ) (د) متوسط emf خلال دورة كاملة = **0**

---

٤١ (ب)

$(emf)_{متوسط} = NBA \times 4f$

$0.4 = 100 \times B \times 200 \times 10^{-4} \times 4 \times \frac{1}{0.8}$

$B =$ **0.04 T**

---

٤٢ (جـ)

$\frac{(emf)_{max}}{(emf)_{\frac{1}{2}}} = \frac{NBA \times 2\pi f}{NBA \times 4f} = \frac{\pi}{2}$

$\therefore \frac{100}{(emf)_{\frac{1}{2}}} = \frac{\pi}{2}$ ، $(emf)_{\frac{1}{2}} =$ **63.6 V**

---

٣٣ (د)

$\phi_m = BA \sin\theta$

$\therefore BA = \frac{\phi_m}{\sin\theta} = \frac{0.015}{\sin 45}$

$= 0.015\sqrt{2}$ Wb

$(emf)_{max} = NBA\omega = NBA\ (2\pi f)$

$= 100 \times 0.015\sqrt{2} \times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{1800}{60}$

$=$ **400 V**

---

٣٤ (د)

$I_{(الحظية)} = I_{max} \sin (2\pi ft)$

$= I_{max} \sin \left(\frac{2\pi t}{T}\right)$

$= 20 \times \sin \left(\frac{2 \times 180 \times 12 \times 10^{-3}}{18 \times 10^{-3}}\right)$

$= -10\sqrt{3}$ A

$\because V = I_{(الحظية)} R$

$\therefore V = -10\sqrt{3} \times 16.5$

$= -285.79$ V $\simeq$ **−286 V**

---

٣٥ (١) (أ)

$\phi_m = BA \sin\theta$

$0.035 = BA \sin 45$

$BA = 0.049$ Wb

بعد ربع دورة : $\theta = \frac{1}{4} \times 360 = 90°$

$emf = NBA\ (2\pi f) \sin 90$

$= 8 \times 0.049 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \sin 90$

$=$ **123.2 V**

(٢) (ب)

---

٣٦ (١) (جـ)

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{8 \times 10^{-3}} = 125$ Hz

$emf = (emf)_{max} \sin (360\ ft)$

$20\sqrt{3} = (emf)_{max} \sin (360 \times 125 \times \frac{4}{3} \times 10^{-3})$

$(emf)_{max} =$ **40 V**

٤٣ (١) ب

$$(emf)_{max} = NAB\omega$$

$$\omega = \frac{(emf)_{max}}{NAB}$$

$$= \frac{157}{100 \times 0.05 \times 0.1} = \mathbf{314\ rad/s}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314}{2 \times 3.14} = \mathbf{50\ Hz}$$

(٢) أ

$$(emf)_{متوسط} = NBA \times 4f$$

(٣) د

$$= 100 \times 0.1 \times 0.05 \times 4 \times 50$$

$$= \mathbf{100\ V}$$

---

٤٤ (١) أ

تردد التيار المستحث هو نفس تردد القوة الدافعة الكهربية التأثيرية.

$$(emf)_{max} = NBA \times 2\pi f$$

$$48 = 800 \times 0.03 \times \frac{7}{11} \times 10^{-2} \times 2 \times \frac{22}{7} \times f$$

$$f = \mathbf{50\ Hz}$$

(٢) د

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.01} = 100\ Hz$$

$$(emf)_{max} = 800 \times 0.03 \times \frac{7}{11} \times 10^{-2}$$

$$\times 2 \times \frac{22}{7} \times 100 = \mathbf{96\ V}$$

---

٤٨ (١) أ

$$(emf)_{max} = \sqrt{2}\,(emf)_{eff}$$

$$= \sqrt{2} \times 200\sqrt{2} = 400\ V$$

$$(emf)_{max} = NBA \times 2\pi f$$

$$400 = 300 \times B \times 30 \times 40 \times 10^{-4}$$

$$\times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{50}{11}$$

$$B = \mathbf{\frac{7}{18}\ T}$$

(٢) ج

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{3}{0.15} = 20\ rad/s$$

$$\therefore (emf)_{max} = NBA\omega$$

$$= 300 \times \frac{7}{18} \times 30 \times 40$$

$$\times 10^{-4} \times 20 = \mathbf{280\ V}$$

(٣) ب

$$I_{max} = \frac{(emf)_{max}}{R} = \frac{280}{20} = \mathbf{14\ A}$$

---

٤٩ (١) ب

$$(emf)_{max} = \frac{(emf)_{eff}}{0.707} = \frac{88.8}{0.707} = \mathbf{125.6\ V}$$

(٢) أ

$$(emf)_{max} = NAB\omega$$

$$\omega = \frac{125.6}{200 \times 2 \times 10^{-2} \times 0.1} = 314\ rad/s$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314}{2 \times 3.14} = \mathbf{50\ Hz}$$

---

٥٠ (١) أ

$$(emf)_{max} = NBA \times 2\pi f$$

$$= 100 \times 1 \times 70 \times 10^{-4}$$

$$\times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{300}{30} = 44\ V$$

$$(emf)_{eff} = 0.707\,(emf)_{max} = 0.707 \times 44$$

$$= \mathbf{31.108\ V}$$

(٢) ج

$$emf = (emf)_{max} \sin\theta$$

$$22 = 44 \sin\theta \quad , \quad \theta = 30^\circ = 2\pi f t$$

$$t = \frac{30}{2 \times 180 \times \frac{300}{30}} = \mathbf{8.33 \times 10^{-3}\ s}$$

(٣) أ

$$T = \frac{1}{f} = \frac{30}{300} = \mathbf{0.1\ s}$$

---

٥١ ج

$$(emf)_{eff} = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{NBA \times 2\pi f}{\sqrt{2}}$$

$$(emf)_{متوسط} = NBA \times 4f$$

$$\frac{(emf)_{متوسط}}{(emf)_{eff}} = \frac{NBA \times 4f}{\frac{NBA \times 2\pi f}{\sqrt{2}}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

$$\frac{(emf)_{متوسط}}{100} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

$$(emf)_{متوسط} \simeq \mathbf{90\ V}$$

---

٥٥ (١) ب

$$I_{max} = \frac{I_{eff}}{0.707} = \frac{2.828}{0.707} = \mathbf{4\ A}$$

(٢) (أ) $I_{(اللحظية)} = I_{max} \sin\theta = 4 \times \sin 30$

$= 2\ A$

٥٦ (١) (أ) $I_{max} = \frac{I_{eff}}{0.707} = \frac{3.535}{0.707} = 5\ A$

$I_{(اللحظية)} = I_{max} \sin\theta$

$= 5 \times \sin 30 = 2.5\ A$

(٢) (أ) $I_{(اللحظية)} = I_{max} \sin 2\pi ft$

$= 5 \times \sin\left(2 \times 180 \times 50 \times \frac{1}{200}\right)$

$= 5\ A$

٥٧ (١) (ب) $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

$10 = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

$I_{max} = 10\sqrt{2}\ A$

$\theta = 360 \times \frac{1}{4} = 90°$

$I = I_{max} = 10\sqrt{2}\ A$

(٢) (ب) $\theta = 360 \times \frac{1}{8} = 45°$

$I = I_{max} \sin\theta$

$= 10\sqrt{2} \sin 45 = 10\ A$

٥٨ (١) (ج) $I_{max} = \frac{(emf)_{max}}{R} = \frac{200}{50} = 4\ A$

(٢) (ج) $I_{eff} = 0.707\ I_{max} = 0.707 \times 4$

$= 2.828\ A$

٥٩ (ب) $I = I_{max} \sin 2\pi ft$

$= \sqrt{2}\ I_{eff} \sin 2\pi ft$

$= \sqrt{2} \times 5 \times \sin\left(2 \times 180 \times 50 \times \frac{1}{300}\right)$

$= 5\frac{\sqrt{6}}{2}\ A$

٦٢ (ج) $emf = (emf)_{max} \sin\theta$

$\frac{1}{2}(emf)_{max} = (emf)_{max} \sin\theta$

$\sin\theta = \frac{1}{2}$, $\theta = 30°$

$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{30}{t}$, $\theta_{max} = 90$

$t_{max} = \frac{\theta_{max}}{\omega} = \frac{90}{\frac{30}{t}} = 3\ t$

٦٣ (ب)

* عندما يصنع العمودى على الملف زاوية θ_1 مع المجال بحيث يكون :

$(emf)_{لحظية} = (emf)_{eff}$

$(emf)_{max} \sin\theta_1 = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}}$

$\sin\theta_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\theta_1 = 45°$

* عند وصول التيار إلى نصف قيمته العظمى :

$(emf)_{لحظية} = (emf)_{max} \sin\theta_2$

$0.5\ (emf)_{max} = (emf)_{max} \sin\theta_2$

$\sin\theta_2 = 0.5$

$\theta_2 = 30°$, $\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{2\pi ft_1}{2\pi ft_2}$

$\frac{45}{30} = \frac{9}{t_2}$, $t_2 = 6\ ms$

٦٤ (١) (أ)

(٢) (ج) عدد مرات وصول التيار إلى 5 A خلال ثانية = 2 f = 100 مرة

(٣) (ب) عدد مرات وصول التيار إلى الصفر خلال ثانية = 1 + 2 f = 101 مرة

(٤) (ب) $f = \frac{20}{0.4} = 50\ Hz$

$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 50$

$= 314\ rad/s$

(٥) (ج) $I_{(اللحظية)} = I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}}\ A$

$I_{(اللحظية)} = I_{max} \sin\theta$

$$\frac{5}{\sqrt{2}} = 5 \times \sin\theta$$

$$\theta = 45°$$

---

٦٥ (١) ب

$$E = \frac{(emf)^2_{eff}}{R_t}\, t = \frac{(emf)^2_{eff}}{R_{(اللفة)} N}\, t$$

$$t = T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02\ s$$

$$(emf)_{eff} = \sqrt{\frac{E R_{(اللفة)} N}{t}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.01 \times 100}{0.02}} = 10\ V$$

$$(emf)_{max} = (emf)_{eff} \times \sqrt{2} = 10 \times \sqrt{2} = 14.14\ V$$

(٢) د

$$(emf)_{متوسط} = NBA \times 4f = NBA \times 2\pi f \times \frac{2}{\pi} = (emf)_{max} \times \frac{2}{\pi} = 14.14 \times \frac{2}{3.14} = 9\ V$$

---

٦٦ (١) د

$$2\pi f = 2 \times 180 \times f = 18000$$

$$f = 50\ Hz$$

(٢) د

$$\theta = 18000\, t = 18000 \times 5 \times 10^{-3} = 90°$$

$$emf = (emf)_{max} = 200\ V$$

(٣) أ

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02\ s$$

$$(emf)_{eff} = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{200}{\sqrt{2}} = 100\sqrt{2}\ V$$

$$E = \frac{(emf)^2_{eff}}{R}\, t = \frac{(100\sqrt{2})^2}{20} \times 0.02 = 20\ J$$

---

٦٧ د

$$E = I^2_{eff} R t \quad , \quad I_{eff} = \sqrt{\frac{E}{Rt}}$$

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{200}{8 \times 1}} = 5\ A$$

$$I_{max} = \frac{I_{eff}}{0.707} = \frac{5}{0.707} = 7.072\ A$$

$$(emf)_{max} = I_{max} R = 7.072 \times 8 = 56.58\ V$$



ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لأنه تبعًا للعلاقة $(emf = NBA\omega \sin\theta)$ عندما يكون مستوى الملف موازيًا للفيض يكون معدل قطع الملف للفيض أكبر ما يمكن.

(٢) لأن متوسط القوة الدافعة الكهربية خلال $\frac{1}{4}$ دورة يحسب من العلاقة $\left((emf)_{\frac{1}{4}} = N\left(\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)_{\frac{1}{4}} = N\frac{\phi_m}{\frac{T}{4}}\right)$ وتضاعف التغير فى الفيض المغناطيسى خلال $\frac{1}{2}$ دورة يقابله تضاعف للزمن الحادث فيه، فيكون معدل التغير فى الفيض المغناطيسى كما هو دون تغير حيث

$$\left((emf)_{\frac{1}{2}} = N\left(\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)_{\frac{1}{2}} = N\frac{2\phi_m}{\frac{T}{2}} = N\frac{\phi_m}{\frac{T}{4}}\right)$$

---

٢ (١)
- اتجاه المجال المغناطيسى.
- اتجاه دوران الملف.

(٢)

$$\left((emf)_{eff} = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{NAB\omega}{\sqrt{2}} = \frac{NBA \times 2\pi f}{\sqrt{2}}\right)$$

- عدد لفات الملف $\left((emf)_{eff} \propto N\right)$.
- كثافة الفيض المغناطيسى للمغناطيس المستخدم $\left((emf)_{eff} \propto B\right)$.
- مساحة وجه الملف $\left((emf)_{eff} \propto A\right)$.
- السرعة الزاوية لملف الدينامو $\left((emf)_{eff} \propto \omega\right)$ أو التردد $\left((emf)_{eff} \propto f\right)$.

٣ (١) تزداد قيمة emf المستحثة العظمى إلى أربعة أمثالها تبعًا للعلاقة $\left((emf)_{max} = NBA \times 2\,\pi f\right)$ وكذلك تزداد قيمة emf الفعالة إلى أربعة أمثالها تبعًا للعلاقة $\left((emf)_{eff} = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}}\right)$.

(٢) لا يمر تيار فى الدائرة الخارجية عندما يكون مستوى الملف عموديًا أو موازيًا للمجال.

---

٤ (١) عندما يكون مستوى الملف موازى للمجال المغناطيسى.

(٢) عندما يكون مستوى الملف موازى للمجال المغناطيسى.

(٣) عندما يكون ملف الدينامو عمودى على خطوط الفيض المغناطيسى.

(٤) عندما يكمل ملف الدينامو دورة كاملة.

(٥) عندما يصنع مستوى الملف زاوية 45° مع المجال.

---

٥ (١) مستوى الملف موازى لاتجاه المجال المغناطيسى.

(٢) مستوى الملف يميل بزاوية 60° على اتجاه المجال المغناطيسى.

(٣) مستوى الملف يميل بزاوية 45° على اتجاه المجال المغناطيسى.

---

٦ أجب بنفسك.

---

٧ (١) * خلال ربع دورة : $emf = -NAB \times 4f$

* خلال نصف دورة : $emf = -NAB \times 4f$

(٢) أجب بنفسك.

---

٨ ، ٩ أجب بنفسك.

الفصل 3 الدرس الرابع

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ جـ ٢ د ٣ جـ ٤ ب

٥ ب ٦ د ٧ أ ٨ جـ

٩ أ ١٠ أ ١١ جـ ١٢ ب

١٣ أ ١٤ (١) أ (٢) د (٣) أ

١٥ جـ ١٦ (١) أ (٢) أ ١٧ جـ

١٨ (١) جـ (٢) أ ١٩ د

٢٠ (١) د (٢) أ ٢١ د ٢٢ ب

٢٣ د ٢٤ د ٢٥ جـ

٢٦ (١) جـ (٢) د ٢٧ أ ٢٨ أ

٢٩ أ ٣٠ جـ ٣١ د ٣٢ ب

٣٣ (١) ب (٢) أ (٣) د

٣٤ (١) أ (٢) جـ (٣) د ٣٥ ب

٣٦ (١) جـ (٢) ب (٣) جـ ٣٧ أ

٣٨ (١) د (٢) أ ٣٩ أ ٤٠ أ

٤١ (١) ب (٢) أ (٣) جـ ٤٢ أ

٤٣ (١) أ (٢) جـ ٤٤ أ ٤٥ د

٤٦ ب ٤٧ جـ

٤٨ (١) أ (٢) د (٣) أ

٤٩ (١) أ (٢) ب ٥٠ جـ ٥١ جـ

٥٢ د ٥٣ د ٥٤ د ٥٥ د

٥٦ أ ٥٧ أ ٥٨ د ٥٩ د

٦٠ (١) جـ (٢) د (٣) ب

$$V_s = \frac{(P_w)_s}{I_s} = \frac{300}{5} = 60\ V$$

---

٨ ج

$\because I_s > I_p$

$\therefore V_s < V_p$

---

١٢ ب

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} = \frac{0.2}{2} = \frac{1}{10}$$

∴ المحول خافض الجهد.

---

١٤ (١) أ

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$V_s = 240 \times \frac{2\,N_p}{N_p} = 480\ V$$

(٢) د

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s}$$

$$I_s = 3 \times \frac{240}{480} = 1.5\ A$$

(٣) أ

$$P_w = I_s V_s$$

$$= 1.5 \times 480 = 720\ W$$

---

١٥ ج

* أكبر قوة دافعة كهربية عندما يكون عدد لفات الملف الثانوى أكبر من عدد لفات الملف الابتدائى :

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\frac{V_s}{100} = \frac{800}{400}$$

$$V_s = 200\ V$$

* أصغر قوة دافعة كهربية :

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\frac{V_s}{100} = \frac{400}{800}$$

$$V_s = 50\ V$$

---

١٦ (١) أ

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \quad , \quad \frac{V_s}{240} = \frac{250}{5000}$$

$$V_s = 12\ V$$

(٢) أ

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{250}{5000}$$

$$= \frac{1}{20}$$

---

٣٣ (١) ب

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \quad , \quad \frac{24}{200} = \frac{600}{N_p}$$

$N_p = 5000$ لفة

(٢) أ

$$I_s = \frac{P_w}{V_s} = \frac{48}{24} = 2\ A$$

(٣) د

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} \quad , \quad \frac{24}{200} = \frac{I_p}{2}$$

$$I_p = 0.24\ A$$

---

٣٤ (١) أ

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\frac{V_s}{200} = \frac{100}{1}$$

$$V_s = 2 \times 10^4\ V$$

(٢) ج

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{100}{1}$$

(٣) د

$$(P_w)_s = \frac{V_s^2}{R_s} = \frac{(2 \times 10^4)^2}{10 \times 10^3}$$

$$= 4 \times 10^4\ W$$

---

٣٦ (١) ج

$$(VIt)_p = (VIt)_s$$

$$200 \times I_p \times 5 \times 60 = 3000$$

$$I_p = 0.05\ A$$

(٢) ب

$$W = I_s^2 R t$$

$$3000 = I_s^2 \times 10 \times 5 \times 60$$

$$I_s = 1\ A$$

(٣) ج

$$V_s = I_s R$$

$$= 1 \times 10 = 10\ V$$

٣٧ (أ)

$$\eta = \frac{V_s N_p}{V_p N_s} \times 100 = \frac{17.6 \times 10}{220 \times 1} \times 100$$

$$= 80\%$$

---

٣٨ (١) (د)

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100$$

$$= \frac{1980}{220 \times 10} \times 100 = 90\%$$

(٢) (أ)

$$(P_w)_s = \frac{V_s^2}{R_s}$$

$$1980 = \frac{(22)^2}{R_s}$$

$$R_s = 0.24\ \Omega$$

---

٣٩ (أ)

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100$$

$$90 = \frac{9 \times I_s}{200 \times 0.5} \times 100$$

$$I_s = \frac{90 \times 200 \times 0.5}{9 \times 100} = 10\ A$$

$$\eta = \frac{V_s N_p}{V_p N_s} \times 100$$

$$90 = \frac{9 \times N_p}{200 \times 90} \times 100$$

$$N_p = \frac{90 \times 200 \times 90}{9 \times 100} = 1800 \text{ لفة}$$

---

٤٠ (أ)

$$\eta = \frac{V_s N_p}{V_p N_s} \times 100$$

$$80 = \frac{V_s \times 20}{2500 \times 1} \times 100$$

$$V_s = \frac{80 \times 2500}{20 \times 100} = 100\ V$$

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100$$

$$80 = \frac{100 \times 80}{2500 \times I_p} \times 100$$

$$I_p = \frac{100 \times 80 \times 100}{80 \times 2500} = 4\ A$$

---

٤١ (١) (ب)

$$\eta = \frac{V_s N_p}{V_p N_s} \times 100$$

$$80 = \frac{8 \times 1600}{200 \times N_s} \times 100$$

$$N_s = 80 \text{ لفة}$$

(٢) (أ)

$$(P_w)_{\text{مفقودة}} = 20\% \, (P_w)_p$$

$$= 0.2\, I_p V_p$$

$$= 0.2 \times 0.2 \times 200$$

$$= 8\ W$$

(٣) (جـ)

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \quad , \quad \frac{I_s}{0.2} = \frac{1600}{80}$$

$$I_s = 4\ A$$

---

٤٢ (١) (أ)

* عند تشغيل كل جهاز على حدة :

$$\frac{V_p}{(V_s)_1} = \frac{N_p}{(N_s)_1} \quad , \quad \frac{220}{6} = \frac{1100}{(N_s)_1}$$

$$(N_s)_1 = \frac{1100 \times 6}{220} = 30 \text{ لفة}$$

$$\frac{V_p}{(V_s)_2} = \frac{N_p}{(N_s)_2} \quad , \quad \frac{220}{12} = \frac{1100}{(N_s)_2}$$

$$(N_s)_2 = 60 \text{ لفة}$$

(٢) (جـ)

$$V_p I_p = (V_s I_s)_1 + (V_s I_s)_2$$

$$220\, I_p = (6 \times 0.4) + (12 \times 0.35)$$

$$I_p = 0.03\ A$$

---

٤٣ (أ)

$$\because (emf)_{max} = (V_p)_{max}$$

$$\therefore (V_p)_{max} = NBA\omega$$

$$= \frac{1}{2} N_p \times 0.14 \times 20 \times 10 \times 10^{-4} \times 2\pi \times 50$$

$$= 0.44\, N_p$$

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{(V_p)_{max}}{(V_s)_{max}} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\frac{0.44\, N_p}{550} = \frac{N_p}{N_s} \quad , \quad N_s = 1250 \text{ لفة}$$

٤٧ (جـ)

$(P_w)_p = V_p I_p$

$100 \times 10^3 = 200\ I_p$

$I_p = 500\ A$

$\because \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$ $\therefore \frac{1}{5} = \frac{I_s}{500}$

$I_s = 100\ A$

$(P_w)_{\text{المفقودة}} = I_s^2 R = (100)^2 \times 4 = 4 \times 10^4\ W$

$\text{كفاءة النقل} = \frac{(P_w)_{\text{المحطة}} - (P_w)_{\text{المفقودة}}}{(P_w)_{\text{المحطة}}} \times 100$

$= \frac{(100 \times 10^3) - (4 \times 10^4)}{100 \times 10^3} \times 100 = 60\%$

---

٤٨ (١) (أ)

$I = \frac{P_w}{V} = \frac{200 \times 10^3}{1000} = 200\ A$

(٢) (د)

$\Delta V = IR = 200 \times 0.5 = 100\ V$

(٣) (أ)

$\text{القدرة المفقودة} = I^2R = (200)^2 \times 0.5$

$= 2 \times 10^4\ W$

---

٤٩ (١) (أ)

$I = \frac{P_w}{V} = \frac{400 \times 10^3}{2 \times 10^4} = 20\ A$

$\text{القدرة المفقودة} = I^2R = (20)^2 \times 200$

$= 8 \times 10^4\ W$

(٢) (ب)

$I = \frac{P_w}{V} = \frac{400 \times 10^3}{5 \times 10^5} = 0.8\ A$

$\text{القدرة المفقودة} = (0.8)^2 \times 200 = 128\ W$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لأنــه عند فتح دائــرة الملف الثانــوى يتولد فى الملف الابتدائى emf مستحثة عكسية بالحث الذاتى تساوى تقريبًا emf للمصدر فتنعدم الطاقة المستهلكة فى الملف الابتدائى.

(٢) لأن الجلفانومتــر ذو الملف المتحــرك يقيس تيار مســتمر فلا تتولد فيه تيــارات دوامية إلا لحظة فتح وغلق الدائرة فقط.

(٣) لأنــه لحظــة غلــق دائــرة الملــف الثانــوى ومرور تيــار فيــه فــإن الفيــض النــاتج عــن تيــار الملــف الثانــوى يقطــع لفــات الملــف الابتدائــى ويقــاوم التغيــر فــى الفيــض المغناطيســى فــى الملــف الابتدائــى وبالتالــى تقــل القــوة الدافعــة المســتحثة العكســـية المتولــدة فيــه بالحــث الذاتــى وتســتنفذ طاقــة كهربيــة فيــه.

(٤) لأنــه باعــتبار أن القــدرة ثــابتة نجــد أن فرق الجهد يتناسب عكسيًا مع شدة التيار حيث $(I = \frac{P_w}{V})$.

(٥) لأن المحــولات الرافعــة ترفــع الجهــد عند المحطات فيؤدى ذلك إلــى انخفــاض شدة التيار فى الملف الثانوى مما يقلل من الفقد فــى القدرة عبر الأســلاك لأن شــدة التيار تتناسب عكسيًا مع عدد لفات الملف.

(٦) حتى تقل القدرة المفقودة فى أســلاك النقل لأن القــدرة تتنــاسب طرديًا مع مربع شدة التيــار حيــث $(P_w = I^2R)$ وتقــل تكاليــف النقل باستخدام أسلاك رفيعة.

(٧) لصغــر المقاومــة النوعيــة للنحــاس فتكون مقاومة الملفات صغيرة وتقل الطاقة المفقودة فيها على شكل حرارة، وبالتالى تقل القدرة المفقودة فى الأسلاك.

---

٢ تركيز الفيض المغناطيســى لأن معامل النفاذية المغناطيســية للحديد المطاوع السيليكونى كبير كمــا أن المقاومــة النوعية له كبيرة وعندما يكون القلب على شــكل شرائح معزولة تزداد مقاومته ممــا يحد من التيــارات الدواميــة ويقلل الطاقة الكهربية المفقودة.

(١) (١) يكون الفيض المغناطيسى الناتج عن الجهد المستمر ثابتًا وينعدم الحث المتبادل بين الملف الابتدائى والملف الثانوى ولا يتولد بين طرفى الملف الثانوى emf مستحثة فلا يعمل المحول الكهربى.

(٢) يتولد فى الملف الابتدائى emf مستحثة عكسية بالحث الذاتى تتزن تقريبًا مع emf للمصدر الكهربى فتكاد تنعدم الطاقة المستهلكة فى الملف الابتدائى.

(٣) تزداد قيمة الطاقة المفقودة فى الأسلاك على شكل حرارة وتزداد تكاليف النقل.

---

(٤) (١) عند فتح دائرة الملف الثانوى.

(٢) عندما تكون القدرة الكهربية الخارجة من الملف الثانوى أقل من القدرة الكهربية الداخلة إلى الملف الابتدائى.

---

(٥) أجب بنفسك.

---

(٦) لا يوجد تناقض، لأن الطاقة الناتجة فى الملف الثانوى = الطاقة المعطاة للملف الابتدائى فى المحول المثالى ولأن الزيادة الحادثة فى فرق الجهد الكهربى تكون على حساب قيمة شدة التيار حيث إن الطاقة المستنفذة تعطى من العلاقة ($W = VIt$).

---

(٧) أجب بنفسك.

---

(٨) • مقاومة أسلاك الملفين.
• الشكل الهندسى للملفين.
• نوع مادة القلب المعدنى.
• تصميم القلب المعدنى.

---

(٩) (١) المحول خافض للجهد.

(٢) لأن المحول الخافض للجهد رافع للتيار فيكون تيار الملف الثانوى أكبر وبالتالى يلزم تقليل مقاومة الأسلاك باستخدام أسلاك أكثر سُمكًا مقاومتها أقل فتكون القدرة المفقودة أقل.

---

(١٠) أجب بنفسك.

---

(١١) (١) لأن القصور الذاتى يعمل على استمرار الملف فى الدوران ويتبادل نصفا الأسطوانة موضعيهما بالنسبة لفرشتى الجرافيت فينعكس اتجاه التيار فى الملف ويستمر دوران الملف فى نفس الاتجاه.

(٢) للاحتفاظ بعزم دوران ثابت عند النهاية العظمى حيث يتواجد دائمًا ملف موازى للفيض المغناطيسى فيتأثر بأكبر عزم ازدواج وهكذا تدور الملفات بسرعة أكبر وتزداد كفاءة دوران المحرك.

(٣) لتولد قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية فى ملف الموتور أثناء دورانه بسبب قطعه لخطوط الفيض المغناطيسى فتعمل على انتظام سرعة دوران ملف الموتور.

---

(١٢) (١) • اتجاه المجال المغناطيسى.
• اتجاه التيار فى ملف الموتور.

(٢) • عدد ملفات الموتور.
• عدد لفات كل ملف.
• كثافة الفيض المغناطيسى.
• شدة التيار المار فى ملف الموتور.
• مساحة وجه ملف الموتور.

١٣ (١) انتظام سرعة دوران ملف الموتور.

(٢) لا يـدور الملف دورة كاملـة بل يدور نصف دورة ثم يعكس اتجاه دورانه.

١٤ ، ١٥ أجب بنفسك.

١٦

(١)	الدينامو	الموتور
دور الأسطوانة المشقوقة إلى نصفين معزولين	تقويم التيار المتردد	عكس اتجاه التيار فى ملف الموتور كل نصف دورة حتى يدور الملف فى نفس الاتجاه مكملًا دورة كاملة

(٢) * **دينامـو التيار المسـتمر** : جعـل التيار موحد الاتجاه ثابت الشدة تقريبًا.

* **الموتور** : زيادة كفاءة الموتور.

الفصل 3 إجابات أسئلة الامتحانات

١ ب ، ٢ جـ ، ٣ ب ، ٤ ب

٥ د ، ٦ أ ، ٧ ب ، ٨ جـ

٩ جـ ، ١٠ أ ، ١١ أ ، ١٢ ب

١٣ أ ، ١٤ أ ، ١٥ جـ ، ١٦ أ

١٧ جـ ، ١٨ أ ، ١٩ ب ، ٢٠ أ

٢١ ب ، ٢٢ جـ ، ٢٣ أ ، ٢٤ د

٢٥ أ ، ٢٦ أ ، ٢٧ ب ، ٢٨ جـ

٢٩ د ، ٣٠ د ، ٣١ جـ ، ٣٢ ب

٣٣ ب ، ٣٤ جـ ، ٣٥ أ ، ٣٦ ب

٣٧ ب ، ٣٨ جـ ، ٣٩ د ، ٤٠ جـ

٤١ جـ ، ٤٢ د ، ٤٣ أ

الفصل 4 الدرس الأول

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ (١) جـ (٢) جـ (٣) ب (٤) جـ (٥) د (٦) د

٢ د ، ٣ د ، ٤ ب

٥ أ ، ٦ جـ ، ٧ ب ، ٨ أ

٩ د ، ١٠ د ، ١١ ب ، ١٢ أ

١٣ جـ ، ١٤ د ، ١٥ أ ، ١٦ ب

١٧ جـ ، ١٨ د ، ١٩ أ ، ٢٠ ب

٢١ أ ، ٢٢ أ ، ٢٣ ب ، ٢٤ ب

٢٥ د ، ٢٦ أ ، ٢٧ جـ ، ٢٨ جـ

٢٩ د ، ٣٠ جـ ، ٣١ (١) جـ (٢) ب

٣٢ أ ، ٣٣ ب ، ٣٤ جـ

٣٥ (١) ب (٢) جـ ، ٣٦ د ، ٣٧ أ

٣٨ جـ ، ٣٩ ب

٤٠ (١) جـ (٢) جـ (٣) ب ، ٤١ أ

٤٢ ب ، ٤٣ جـ ، ٤٤ أ ، ٤٥ جـ

٤٦ جـ ، ٤٧ أ ، ٤٨ جـ ، ٤٩ ب

٥٠ د ، ٥١ جـ ، ٥٢ أ ، ٥٣ جـ

٥٤ ب ، ٥٥ جـ ، ٥٦ جـ ، ٥٧ ب

٥٨ د ، ٥٩ (١) ب (٢) جـ ، ٦٠ جـ

٦١ ب ، ٦٢ د ، ٦٣ ب ، ٦٤ ب

٦٥ (١) جـ (٢) د ، ٦٦ د

٦٧ (١) ب (٢) جـ ، ٦٨ د ، ٦٩ جـ

٧٠ (١) أ (٢) جـ ، ٧١ جـ

٧٢ (١) د (٢) ب

٣١ (١) (ج)

$$X_L = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.7$$
$$= \mathbf{220\ \Omega}$$

$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{120}{220} = \mathbf{0.55\ A}$$

(٢) (ب)

---

٣٢ (أ)

$$\because I = \frac{V}{X_L} \qquad \therefore 4 = \frac{240}{X_L}$$

$$X_L = 60\ \Omega$$

$$\because X_L = 2\pi f L \qquad \therefore 60 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times L$$

$$L = \mathbf{0.191\ H}$$



٣٣ (ب)

الملفان L_2 ، L_3 متصلان على التوازى :

$$\therefore \grave{L}_1 = \frac{L_2 L_3}{L_2 + L_3} = \frac{10 \times 40}{10 + 40} = 8\ mH$$

$\grave{L}_1$ ، L_1 متصلان على التوالى :

$$\therefore \grave{L} = L_1 + \grave{L}_1$$
$$= 12 + 8$$
$$= 20\ mH$$

$$\grave{X}_L = 2\pi f \grave{L}$$
$$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 20 \times 10^{-3}$$
$$= 6.28\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{\grave{X}_L} = \frac{628}{6.28} = 100\ A$$

$$I\,(\grave{X}_L)_1 = I_2\,(X_L)_2$$

$$I \times 2\pi f \grave{L}_1 = I_2 \times 2\pi f L_2$$

$$100 \times 2\pi f \times 8 = I_2 \times 2\pi f \times 10$$

$$I_2 = \mathbf{80\ A}$$

$$I_3 = I - I_2 = 100 - 80 = \mathbf{20\ A}$$

---

٣٤ (ج)

$$\because X_L = 2\pi f L$$

$$\frac{(X_L)_1}{(X_L)_2} = \frac{2\pi f_1 L}{2\pi f_2 L} = \frac{f_1}{f_2}$$

$$\frac{15}{25} = \frac{f_1}{f_1 + 20}$$

$$f_1 = 30\ Hz$$

$$f_2 = f_1 + 20 = 30 + 20 = \mathbf{50\ Hz}$$

---

٣٥ (١) (ب)

$$(X_L)_1 = 12\ \Omega$$
$$f_2 = f_1 + 20$$
$$(X_L)_2 = 18\ \Omega$$

$$\because \frac{(X_L)_1}{(X_L)_2} = \frac{f_1}{f_2} \qquad \therefore \frac{12}{18} = \frac{f_1}{f_1 + 20}$$

$$18 f_1 = 12 (f_1 + 20)$$
$$18 f_1 = 12 f_1 + 240$$
$$6 f_1 = 240 \qquad \therefore f_1 = 40\ Hz$$
$$f_2 = f_1 + 20 = 40 + 20 = 60\ Hz$$
$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{40}{60} = \mathbf{\frac{2}{3}}$$

(٢) (ج)

$$(X_L)_1 = 2\pi f_1 L$$
$$12 = 2 \times \frac{22}{7} \times 40 \times L$$
$$L = \mathbf{0.048\ H}$$



٣٦ (د)

$$L = \frac{\mu A N^2}{\ell}$$
$$= \frac{0.002 \times 22 \times (2.1 \times 10^{-2})^2 \times (300)^2}{7 \times 15 \times 10^{-2}}$$
$$= 1.66\ H$$

$$X_L = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 1.66$$
$$= \mathbf{521.7\ \Omega}$$



٣٧ (أ) يتساوى جهد النقطتين C ، D فيتم إلغاء L_3 ويكون L_1 ، L_2 متصلان على التوازى، L_4 ، L_5 متصلان على التوازى والمجموعتان متصلتان على التوالى:

$$\grave{L} = \frac{50}{2} + \frac{50}{2} = \mathbf{50\ mH}$$

(٣٨) (ج) ∵ L_1 ، L_2 متصلين على التوازى :

$$L_{1,2} = \frac{0.6 \times 1.2}{0.6 + 1.2} = 0.4\ H$$

∵ $L_{1,2}$ ، L_3 متصلين على التوالى :

$$L_{1,2,3} = 0.4 + 0.4 = 0.8\ H$$

∵ $L_{1,2,3}$ ، L_4 متصلين معًا على التوازى :

$$L_{(\text{كلى})} = \frac{0.8}{2} = 0.4\ H$$

$$X_L = 2\pi f L_{(\text{كلى})} = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.4$$

$$= \mathbf{125.7\ \Omega}$$

---

(٣٩) (ب)

$$(X_L)_{\text{كلى}} = \frac{V}{I} = \frac{300}{0.5} = 600\ \Omega$$

$$(X_L)_{\text{كلى}} = 2\pi f L_{(\text{كلى})}$$

$$600 = 2\pi \times \frac{500}{\pi} \times L_{(\text{كلى})}$$

$$L_{(\text{كلى})} = 0.6\ H$$

$$L_{2,3} = 1 + 0.8 = 1.8\ H$$

$$L_{(\text{كلى})} = \frac{L_1 L_{2,3}}{L_1 + L_{2,3}}$$

$$0.6 = \frac{L_1 \times 1.8}{L_1 + 1.8}$$

$$1.8\ L_1 = 0.6\ L_1 + 1.08$$

$$1.2\ L_1 = 1.08$$

$$L_1 = \mathbf{0.9\ H}$$

---

(٤٠) (١) (ج)

$$(X_L)_{1\ (\text{توالى})} = nX_L \quad ①$$

$$(X_L)_{2\ (\text{توازى})} = \frac{X_L}{n} \quad ②$$

بقسمة المعادلة ① على المعادلة ② :

$$\frac{(X_L)_{1(\text{توالى})}}{(X_L)_{2(\text{توازى})}} = \frac{nX_L\, n}{X_L} = n^2$$

$n^2 = \frac{50}{2}$ ∴ $n = 5$ **ملفات**

(٢) (ج)

$$(X_L)_{1(\text{توالى})} = nX_L$$

$$50 = 5\ X_L$$

$$X_L = \mathbf{10\ \Omega}$$

(٣) (ب)

$$X_L = 2\pi f L$$

$$10 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times L$$

$$L = \mathbf{0.032\ H}$$

---

(٤٨) 

* بعد شحن المكثف الأول وقبل توصيل المكثفين :

$$Q = CV$$

$$= 10^2 \times 10^{-12} \times 24$$

$$= 2.4 \times 10^{-9}\ C$$

* بعد توصيل المكثفين وتمام شحن المكثف الثانى :

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2}$$

$$\because Q = Q_1 + Q_2$$

$$\therefore Q_1 = Q - Q_2$$

$$\frac{Q - Q_2}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2}$$

$$\frac{(2.4 \times 10^{-9}) - Q_2}{10^2 \times 10^{-12}} = \frac{Q_2}{20 \times 10^{-12}}$$

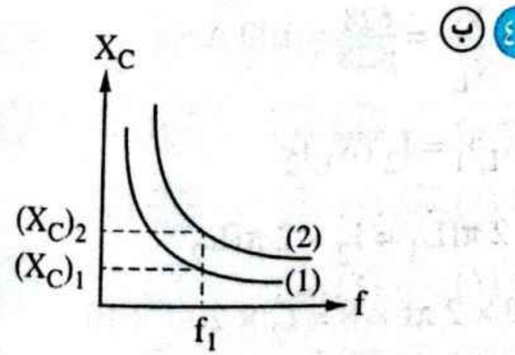
$$(4.8 \times 10^{-8}) - 20\ Q_2 = 10^2\ Q_2$$

$$Q_2 = 4 \times 10^{-10}\ C$$

$$V_1 = V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{4 \times 10^{-10}}{20 \times 10^{-12}} = \mathbf{20\ V}$$

---

(٤٩) (ب)



$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

عند ثبوت التردد كما فى الرسم السابق.

$\therefore X_C \propto \frac{1}{C}$

$\because (X_C)_1 < (X_C)_2$

$\therefore \mathbf{C_1 > C_2}$

---

٦٤ (ج)

$C_{1(\text{توالى})} = \frac{24}{3} = 8 \text{ pF}$

$C_{2(\text{توالى})} = \frac{24}{2} = 12 \text{ pF}$

$C_{eq} = 8 + 12 = \mathbf{20 \text{ pF}}$

---

٦٥ (١) (ج)

$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

$= \frac{7 \times 11}{2 \times 22 \times 50 \times 7000 \times 10^{-6}}$

$= \mathbf{5\ \Omega}$

(٢) (د)

$I = \frac{V}{X_C} = \frac{20}{5} = \mathbf{4 \text{ A}}$

---

٦٦ (د)

$C = 3C_1 = 3 \times 14 \times 10^{-6} = 42 \times 10^{-6} \text{ F}$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{7}{2 \times 22 \times 50 \times 42 \times 10^{-6}}$

$= \mathbf{75.76\ \Omega}$

---

٦٧ (١) (ب)

$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

$= \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30}$

$C = 5.45\ \mu\text{F}$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 42 \times 5.45 \times 10^{-6}}$

$= \mathbf{695.02\ \Omega}$

(٢) (ج)

$I = \frac{V}{X_C} = \frac{200}{695.02} = \mathbf{0.29 \text{ A}}$

---

٦٨ (د)

$C_{(15, 30)} = \frac{15 \times 30}{15 + 30} = 10\ \mu\text{F}$

$C_{(30, 60)} = \frac{30 \times 60}{30 + 60} = 20\ \mu\text{F}$

$C_{eq} = 10 + 10 + 20 = 40\ \mu\text{F}$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{7}{2 \times 22 \times 50 \times 40 \times 10^{-6}}$

$= 79.545\ \Omega$

$I = \frac{V}{X_C} = \frac{400}{79.545} = \mathbf{5.03 \text{ A}}$

---

٦٩ (ج)

$C_1 = 1\ \mu\text{F} \qquad \therefore (X_C)_1 = 3X_C$

$C_2 = 2\ \mu\text{F} \qquad \therefore (X_C)_2 = \frac{3}{2}X_C$

$C_3 = 3\ \mu\text{F} \qquad \therefore (X_C)_3 = X_C$

$\grave{X}_C = (X_C)_1 + (X_C)_2 + (X_C)_3 = 5.5X_C$

$I = \frac{V}{\grave{X}_C} = \frac{22}{5.5X_C} = \frac{4}{X_C}$

$V_1 = I(X_C)_1 = \frac{4}{X_C} \times 3X_C = \mathbf{12 \text{ V}}$

$V_2 = I(X_C)_2 = \frac{4}{X_C} \times \frac{3}{2}X_C = \mathbf{6 \text{ V}}$

$V_3 = I(X_C)_3 = \frac{4}{X_C} \times X_C = \mathbf{4 \text{ V}}$

حل آخر:

$\frac{1}{\grave{C}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$

$\grave{C} = \frac{6}{11}\ \mu\text{F}$

$Q = V\grave{C} = 22 \times \frac{6}{11} \times 10^{-6}$

$= 12 \times 10^{-6} \text{ C}$

$V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{12 \times 10^{-6}}{10^{-6}} = \mathbf{12 \text{ V}}$

$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{12 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = \mathbf{6 \text{ V}}$

$V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{12 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = \mathbf{4 \text{ V}}$

---

٧١ (ج)

$T = 4 \times 10^{-3} \text{ s}$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \times 10^{-3}} = 250 \text{ Hz}$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{7}{2 \times 22 \times 250 \times 2 \times 10^{-6}}$

$= 318.18\ \Omega$

$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70.7 \text{ V}$

$$I_{eff} = \frac{V_{eff}}{X_C} = \frac{70.7}{318.18} = \mathbf{0.22\ A}$$

٧٢ (١) (د)

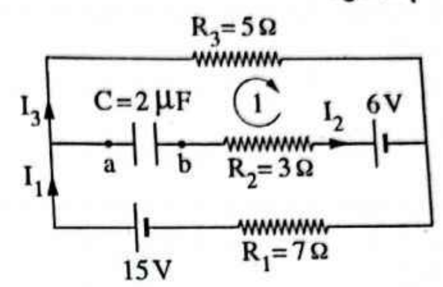
عند تمام شحن المكثف ينعدم التيار I_2

$$I_2 = 0$$

$$\therefore I_1 = I_3 = \frac{(V_B)_1}{R_1 + R_3} = \frac{15}{7+5} = \mathbf{1.25\ A}$$

(٢) (ب)

نفرض اتجاه المسار كما هو موضح بالدائرة :



بتطبيق قانون كيرشوف الثانى على المسار (1)

$$\Sigma V = 0$$

$$6 + V_{ab} - 5\,I_3 + 3\,I_2 = 0$$

$$V_{ab} = 5\,I_3 - 3\,I_2 - 6$$

$$= (5 \times 1.25) - (3 \times 0) - 6 = 0.25\ V$$

$$Q = CV_{ab} = 2 \times 10^{-6} \times 0.25 = \mathbf{0.5\ \mu C}$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لأن التيار المستمر لا يمكن رفع أو خفض قيمة شدته أو جهده ويُفقد من قدرته قدر كبير أثناء نقله أما التيار المتردد فإنه يمكن رفع قيمة جهده وخفض قيمة شدته عند أماكن التوليد بواسطة المحولات الكهربية الرافعة للجهد وبالتالى تقل قيمة القدرة المفقودة منه أثناء نقله.

(٢) لأن الأميتر الحرارى يقيس شدة التيار على أساس التمدد الذى تحدثه الحرارة التى يولدها التيار فى سلك من الأيريديوم البلاتينى وهى خاصية لا تعتمد على اتجاه التيار.

(٣) حتى يمر بالأميتر الحرارى التيار المراد قياس قيمته.

٢ (١) يقوم بشد سلك الأيريديوم البلاتينى عند تمدد السلك نتيجة ارتفاع درجة حرارته فتدور البكرة ويتحرك المؤشر على التدريج حتى يثبت فيمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد.

(٢) تدور البكرة عندما يتمدد سلك الأيريديوم البلاتينى فيتحرك المؤشر على التدريج حتى يثبت ويدل التدريج الذى يثبت عنده طرف المؤشر على القيمة الفعالة للتيار المتردد.

(٣) شد الخيط الحريرى لإدارة البكرة المتصلة بالمؤشر وذلك عند تمدد سلك الأيريديوم البلاتينى فيمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد.

٣ (١) لن يسبب التمدد الحادث فى سلك الأيريديوم البلاتينى دوران البكرة وبالتالى لا يتحرك المؤشر فلا يمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار.

(٢) يبرد سلك الأيريديوم البلاتينى وينكمش فيجذب خيط الحرير ليعود المؤشر إلى صفر التدريج ببطء.

(٣) تتأثر قراءة الأميتر الحرارى بدرجة حرارة الجو ارتفاعًا وانخفاضًا (الخطأ الصفرى).

٤ (١) أجب بنفسك.

(٢)	الجلفانومتر	الأميتر الحرارى
وظيفة الملف الزنبركى	* التحكم فى حركة الملف. * وصلات لدخول وخروج التيار. * إعادة المؤشر لصفر التدريج بعد فصل التيار.	* يقوم بشد خيط الحرير الذى يعمل على شد سلك الأيريديوم البلاتينى عند مرور التيار وبالتالى يقوم خيط الحرير بتحريك البكرة والمؤشر.

٥ (١) لأن المفاعلة الحثية للملف تتناسب طرديًا مع تردد المصدر تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$) ولذلك عند الترددات العالية جدًا تصبح قيمة X_L كبيرة جدًا وتكون الدائرة كأنها مفتوحة.

(٢) لأن المفاعلة الحثية تتناسب طرديًا مع معامل الحث الذاتى تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$) والذى يتناسب طرديًا مع مربع عدد لفات الملف $\left(L = \frac{\mu AN^2}{l}\right)$.

(٣) لأن المفاعلة الحثية للملف تتناسب طرديًا مع معامل حثه الذاتى تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$) والذى يتناسب طرديًا مع معامل نفاذية الوسط تبعًا للعلاقة $\left(L = \frac{\mu AN^2}{l}\right)$ ومعامل نفاذية الحديد المطاوع أكبر من معامل نفاذية الهواء.

(٤) لأن قطع جزء من لفاته يقلل عدد اللفات وكذلك الطول بنفس النسبة ولكن معامل الحث الذاتى (L) يتناسب طرديًا مع مربع عدد اللفات (N^2) وعكسيًا مع طول الملف (l) تبعًا للعلاقة $\left(L = \frac{\mu AN^2}{l}\right)$ فإن قطع جزء من الملف يقلل من معامل الحث الذاتى وبالتالى من المفاعلة الحثية للملف للتيار المتردد.

٦ (١) يتقدم الجهد بين طرفى الملف على التيار المار فيه بزاوية طور $90°$

(٢) يقل طول الملف (l) إلى النصف فيزداد معامل الحث الذاتى للملف (L) إلى الضعف تبعًا للعلاقة $\left(L = \frac{\mu AN^2}{l}\right)$ وتزداد المفاعلة الحثية للملف للضعف تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$).

(٣) تنعدم قيمة المفاعلة الحثية.

٧ وحدة قياس $\frac{L}{R}$ هى : $\frac{H}{\Omega} = \frac{\Omega.s}{\Omega} = s$

٨ (١) تقل قراءة الأميتر الحرارى لزيادة المفاعلة الحثية للملف.

(٢) تزداد قراءة الأميتر الحرارى لنقص المفاعلة الحثية للملف.

(٣) تزداد قراءة الأميتر الحرارى للضعف لنقص المفاعلة الحثية للنصف.

(٤) تقل قراءة الأميتر الحرارى للنصف لزيادة المفاعلة الحثية للضعف.

٩ تقل قيمة المفاعلة السعوية حيث $\left(X_C \propto \frac{1}{C}\right)$.

١٠ (١) لأن المفاعلة السعوية للمكثف تتناسب عكسيًا مع تردد التيار تبعًا للعلاقة $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$.

(٢) لأن المفاعلة السعوية للمكثف تتناسب عكسيًا مع تردد التيار تبعًا للعلاقة $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$ ولذلك عند الترددات العالية جدًا تصبح قيمة X_C صغيرة جدًا فتعمل الدائرة كدائرة مغلقة.

(٣) لأن السعة المكافئة (C) لمجموعة من المكثفات متصلة معًا على التوازى تكون أكبر من سعة كل مكثف منفردًا حيث ($C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots$)، كما أن المفاعلة السعوية تتناسب عكسيًا مع السعة المكافئة تبعًا للعلاقة $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$.

(٤) لأنها لا تسمح بمرور التيارات منخفضة التردد وتسمح بمرور التيارات مرتفعة التردد وذلك لأن $\left(X_C \propto \frac{1}{f}\right)$ وقيمة التيار تتناسب عكسيًا مع المفاعلة السعوية.

(٥) لأن التيار المستمر ثابت الاتجاه والشدة فيكون تردده مساويًا للصفر ($f = 0$)

$$\therefore X_L = 2\pi fL = 0$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \infty$$

(١١) فى الترددات العالية جدًا.

(١٢) أجب بنفسك.

(١٣) * **المفاعلة السعوية** : تقل بزيادة التردد.
* **المفاعلة الحثيــة** : تزداد بزيادة التردد.

(١٤) أجب بنفسك.

(١٥) بزيـادة التـردد تـزداد النهايـة العظمـى لفرق الجهد لأن $(V_{max} = NBA \times 2\pi f)$.

* فــى حالـة توصيـل الدينامو بمقاومــة أومية عديمة الحث :

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{R} = \frac{2\pi fNBA}{R}$$

∴ I_{max} تتناسب طرديًا مع تردد التيار (f).

* فى حالة توصيل الدينامو بملف حث :

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_L} = \frac{2\pi fNBA}{2\pi fL} = \frac{NBA}{L}$$

∴ I_{max} لا تتأثر بتغير تردد التيار.

* فى حالة توصيل الدينامو بمكثف :

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_C} = \frac{2\pi fNBA}{\frac{1}{2\pi fC}}$$

$$I_{max} = 4\pi^2 f^2 NBAC$$

∴ I_{max} تتناسب طرديًا مع مربع التردد.



أولًا اجابات أسئلة الاختيار من متعدد

(١) جـ (٢) ب (٣) أ (٤) ب

(٥) د (٦) (١) جـ (٢) أ (٧) د

(٨) جـ (٩) أ (١٠) جـ (١١) جـ

(١٢) ب (١٣) جـ (١٤) أ (١٥) أ

(١٦) ب
(١٧) (١) جـ (٢) ب

(١٨) (١) جـ (٢) جـ (٣) جـ

(١٩) (١) أ (٢) ب (٣) د

(٢٠) (١) ب (٢) جـ

(٢١) (١) أ (٢) ب (٣) د (٤) ب

(٢٢) د (٢٣) (١) جـ (٢) د (٢٤) د

(٢٥) (١) أ (٢) د (٣) ب (٤) جـ

(٢٦) أ (٢٧) د (٢٨) أ (٢٩) ب

(٣٠) أ (٣١) أ (٣٢) د (٣٣) جـ

(٣٤) جـ (٣٥) (١) أ (٢) ب (٣٦) ب

(٣٧) جـ (٣٨) جـ (٣٩) أ (٤٠) ب

(٤١) (١) د (٢) جـ (٣) جـ

(٤٢) (١) د (٢) ب (٤٣) جـ

(٤٤) (١) ب (٢) جـ (٤٥) جـ

(٤٦) (١) أ (٢) جـ (٤٧) ب (٤٨) د

(٤٩) د (٥٠) د (٥١) ب (٥٢) جـ

(٥٣) جـ (٥٤) ب (٥٥) د (٥٦) د

(٥٧) د (٥٨) ب (٥٩) جـ (٦٠) د

(٦١) جـ (٦٢) (١) د (٢) جـ (٦٣) أ

(٦٤) جـ (٦٥) د

(٦٦) (١) أ (٢) ب (٣) ب (٦٧) ب

(٦٨) (١) جـ (٢) ب (٦٩) (١) ب (٢) جـ

(٧٠) ب (٧١) (١) أ (٢) د (٣) جـ

(٧٢) جـ (٧٣) ب (٧٤) ب (٧٥) ب

(٧٦) د (٧٧) (١) جـ (٢) أ

(٧٨) (١) ب (٢) أ (٣) د (٤) أ

(٧٩) (١) د (٢) ب (٣) جـ (٤) أ

١٥ ①

فى ملف الحث يتأخر التيار عن الجهد.

$X_L = 2\pi fL$

$= 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.01 = \frac{22}{7}\ \Omega$

$\tan\theta = \frac{X_L}{R} = \frac{\frac{22}{7}}{1} = \frac{22}{7}$

$\theta = 72.35^\circ$

$\theta = 2\pi ft$

$72.35 = 2 \times 180 \times 50\ t$

$t = 0.004\ s$

∴ **تتأخر القيمة العظمى للتيار عن القيمة العظمى للجهد بزمن 0.004 s**

---

١٦ ⓑ

$X_L = 2\pi fL = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{7}{440}$

$= 5\ \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(12)^2 + (5)^2} = \mathbf{13\ \Omega}$

---

١٧ (١) ⓙ

$X_L = 2\pi fL$

$50 = 2 \times \frac{22}{7} \times f \times \frac{7}{44}$

$f = \mathbf{50\ Hz}$

(٢) ⓑ

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(30)^2 + (50)^2}$

$= \mathbf{58.31\ \Omega}$

---

١٨ (١) ⓙ

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(30)^2 + (40)^2}$

$= \mathbf{50\ \Omega}$

(٢) ⓙ

$I = \frac{V}{Z} = \frac{5}{50} = \mathbf{0.1\ A}$

(٣) ⓙ

$\tan\theta = \frac{X_L}{R} = \frac{40}{30}$

$\theta = \mathbf{53.13^\circ}$

---

١٩ (١) ①

$X_L = 2\pi fL = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{7}{35}$

$= 62.86\ \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(30)^2 + (62.86)^2}$

$= 69.65\ \Omega$

$I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{69.65} = \mathbf{1.44\ A}$

(٢) ⓑ

$\tan\theta = \frac{X_L}{R} = \frac{62.86}{30}$

$\theta = \mathbf{64.49^\circ}$

(٣) ⓓ

$V_R = IR = 1.44 \times 30 = \mathbf{43.2\ V}$

$V_L = IX_L = 1.44 \times 62.86 = \mathbf{90.52\ V}$

---

٢٠ (١) ⓑ

$I = \frac{V_R}{R} = \frac{45}{15} = 3\ A$

$I = \frac{V}{Z}$

$3 = \frac{60}{Z} \quad , \quad Z = 20\ \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$20 = \sqrt{(15)^2 + X_L^2}$

$X_L = \mathbf{13.23\ \Omega}$

(٢) ⓙ

$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$

$60 = \sqrt{(45)^2 + V_L^2}$

$V_L = \mathbf{39.69\ V}$

---

٢١ (١) ①

$\frac{V_R}{V_L} = \frac{R}{X_L} = \frac{5}{12}$

(٢) ⓑ

$Z = \frac{V}{I} = \frac{260}{2} = \mathbf{130\ \Omega}$

(٣) ⓓ

$V_L = \frac{12}{5} V_R$

$V^2 = V_R^2 + V_L^2$

$(260)^2 = V_R^2 + \left(\frac{12}{5} V_R\right)^2$

$(260)^2 = V_R^2 + \frac{144}{25} V_R^2$

$(260)^2 = \frac{169}{25} V_R^2$

$V_R = 100\ V$

$R = \frac{V_R}{I} = \frac{100}{2} = \mathbf{50\ \Omega}$

(٤) ب $V_L = \frac{12}{5} V_R = \frac{12}{5} \times 100 = 240\ V$

$X_L = \frac{V_L}{I} = \frac{240}{2} = \mathbf{120\ \Omega}$

---

٣٢ د

• فى حالة التيار المستمر : $R = \frac{V}{I} = \frac{11}{2.2} = 5\ \Omega$

• فى حالة التيار المتردد : $Z = \frac{V}{I} = \frac{13}{1} = 13\ \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$13 = \sqrt{(5)^2 + X_L^2} \quad , \quad X_L = 12\ \Omega$

$X_L = 2\pi f L$

$12 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times L$

$L = \mathbf{0.038\ H}$

---

٣٣ (١) ج

$X_L = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{7}{275}$

$= 8\ \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(6)^2 + (8)^2} = 10\ \Omega$

$I = \frac{V}{Z} = \frac{6}{10} = \mathbf{0.6\ A}$

(٢) د

$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{6} = \mathbf{1\ A}$

---

٣٤ د

$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times \frac{500}{\pi} \times 2$

$= 2000\ \Omega$

$\because \tan\theta = \frac{X_L}{\grave{R}} \qquad \therefore \tan 45 = \frac{X_L}{\grave{R}}$

$1 = \frac{X_L}{\grave{R}}$

$\grave{R} = X_L = 2000\ \Omega$

$\grave{R} = R + R_{(ملف)}$

$2000 = 1950 + R_{(ملف)}$

$R_{(ملف)} = \mathbf{50\ \Omega}$

---

٣٥ (١) أ

(٢) د

$\tan\theta = \frac{(V_L)_{max}}{(V_R)_{max}} = \frac{8}{6}$

$\theta = \mathbf{53.13^\circ}$

(٣) ب

$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$

$= \frac{\sqrt{(V_R)^2_{max} + (V_L)^2_{max}}}{\sqrt{2}}$

$= \frac{\sqrt{(6)^2 + (8)^2}}{\sqrt{2}} = \mathbf{7.07\ V}$

(٤) ج

$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}\ A$

$Z = \frac{V_{eff}}{I_{eff}} = \frac{7.07}{2\sqrt{2}} = \mathbf{2.5\ \Omega}$

---

٣٧ أ

$\tan\theta = \frac{-X_C}{R} = \frac{1}{2\pi f C R}$

$\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2} = \frac{C_2}{C_1}$

$\frac{\tan(-30)}{\tan(-60)} = \frac{C_2}{C_1}$

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{3}$

$\mathbf{C_2 = \frac{C_1}{3}}$

---

٣٨ 

$\because X_C \propto \frac{1}{f}$

$(X_C)_2 = \frac{(X_C)_1}{2} = \frac{X_C}{2} = \frac{R}{2}$

$Z_2 = \sqrt{R^2 + (X_C)_2^2} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{R}{2}\right)^2}$

$= \sqrt{\frac{5}{4}}\ R = \mathbf{1.1\ R}$

---

٤١ (١) د

$C = \frac{1}{2\pi f X_C}$

$= \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 100 \times 265}$

$= 6 \times 10^{-6}\ F = \mathbf{6\ \mu F}$

(٢) ج

$$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{5}{265}$$

$$I = \mathbf{0.019\ A}$$

(٣) ج

$$V_R = IR$$

$$= 0.019 \times 300 = \mathbf{5.7\ V}$$

---

٤٢ (١) د

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{7}{2 \times 22 \times 60 \times 5 \times 10^{-6}}$$

$$= 530.3\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{(500)^2 + (530.3)^2}$$

$$= \mathbf{728.8\ \Omega}$$

(٢) ب

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{R} = \frac{-530.3}{500}$$

$$\theta = \mathbf{-46.68^\circ}$$



٤٣ ج

* لحساب مقاومة فتيلة المصباح :

$$R = \frac{V_R^2}{P_w} = \frac{(100)^2}{25} = 400\ \Omega$$

* أقصى تيار تتحمله فتيلة المصباح :

$$I = \frac{P_w}{V_R} = \frac{25}{100} = 0.25\ A$$

* لحساب شدة التيار المار فى الدائرة :

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{3\pi}{2\pi \times 50 \times 100 \times 10^{-6}}$$

$$= 300\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{(400)^2 + (300)^2}$$

$$= 500\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{500} = \mathbf{0.4\ A}$$

∴ **تتصهر فتيلة المصباح** لأن التيار المار فى الدائرة أكبر من أقصى تيار تتحمله فتيلة المصباح.

---

٤٤ (١) ب

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{R}$$

$$\tan(-45) = \frac{-X_C}{R}$$

$$\therefore X_C = R$$

* بعد توصيل المكثف الآخر :

$$\acute{X}_C = 2X_C$$

$$\tan\theta = \frac{-\acute{X}_C}{R} = \frac{-2X_C}{R} = \frac{-2R}{R} = -2$$

$$\theta = \mathbf{-63.4^\circ}$$

(٢) ج

$$\acute{R} = 2R$$

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{\acute{R}} = \frac{-R}{2R} = -0.5$$

$$\theta = \mathbf{-26.57^\circ}$$

---

٤٥ ج

$$\because I = \frac{V}{Z} \qquad \therefore 0.02 = \frac{200}{Z}$$

$$Z = 10^4\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{7}{2 \times 22 \times 50 \times 2 \times 10^{-6}}$$

$$= 1590.91\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + X_C^2$$

$$(10^4)^2 = R^2 + (1590.91)^2$$

$$R = \mathbf{9872.64\ \Omega}$$

---

٤٦ (١) أ

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{500}{0.25} = 2000\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + X_C^2$$

$$(2000)^2 = (1000)^2 + X_C^2$$

$$X_C = 1732.05\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$1732.05 = \frac{7}{2 \times 22 \times 60 \times C}$$

$$C = 1.53 \times 10^{-6}\ F = \mathbf{1.53\ \mu F}$$

(٢) ج

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{R}$$

$$\tan(-45) = \frac{-X_C}{1000}$$

$$X_C = 1000\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$1000 = \frac{7}{2 \times 22 \times 60 \times C}$$

$$C = 2.65 \times 10^{-6}\ F = \mathbf{2.65\ \mu F}$$

٤٧ ب

* المفتاح K مفتوح :

$$I_1 = \frac{V}{Z_1}$$

$$0.2 = \frac{200}{Z_1}$$

$$Z_1 = 10^3\ \Omega$$

$$Z_1^2 = R^2 + X_C^2$$

$$(10^3)^2 = (500)^2 + X_C^2$$

$$X_C = 866.03\ \Omega$$

* المفتاح K مغلق :

$$(X_C)_{\text{كلية}} = \frac{X_C}{2}$$

$$= \frac{866.03}{2} = 433.015\ \Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R^2 + (X_C)^2_{\text{كلية}}}$$

$$= \sqrt{(500)^2 + (433.015)^2}$$

$$= 661.44\ \Omega$$

$$I_2 = \frac{V}{Z_2} = \frac{200}{661.44} = \mathbf{0.3\ A}$$



٥٢ ج

$$Z_1 = X_L - (X_C)_1$$

$$Z_2 = (X_C)_2 - X_L$$

$$= 4\,(X_C)_1 - X_L$$

$$I_2 = 2\,I$$

$$\frac{V}{Z_2} = \frac{2\,V}{Z_1}$$

$$Z_2 = \frac{Z_1}{2}$$

$$4\,(X_C)_1 - X_L = \frac{1}{2}\left(X_L - (X_C)_1\right)$$

$$8\,(X_C)_1 - 2\,X_L = X_L - (X_C)_1$$

$$X_L = 3\,(X_C)_1$$

$$\frac{X_L}{(X_C)_1} = \mathbf{\frac{3}{1}}$$

---

٥٣ ج

$$X_L \propto f \quad , \quad X_C \propto \frac{1}{f}$$

$$(X_L)_2 = 2\,(X_L)_1$$

$$(X_C)_2 = \frac{(X_C)_1}{2} = \frac{2\,(X_L)_1}{2} = (X_L)_1$$

$$\therefore \mathbf{(X_C)_2 = \frac{1}{2}\,(X_L)_2}$$

---

٥٧ د

$$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\tan 60 = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\sqrt{3} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$X_L - X_C = \sqrt{3}\,R$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{R^2 + (\sqrt{3}\,R)^2}$$

$$= \sqrt{4\,R^2}$$

$$= \mathbf{2\,R}$$

---

٦٦ (١) أ

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times \frac{500}{\pi} \times 0.9$$

$$= 900\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{\pi}{2\pi \times 500 \times 2 \times 10^{-6}}$$

$$= 500\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{(300)^2 + (900 - 500)^2} = \mathbf{500\ \Omega}$$

(٢) ب

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{50}{500} = \mathbf{0.1\ A}$$

(٣) ب

$$P_w = I^2 R = (0.1)^2 \times 300 = \mathbf{3\ W}$$

---

٦٧ ب

$$X_L = \omega L = 500 \times 0.08 = 40\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$= \frac{1}{500 \times 30 \times 10^{-6}} = 66.67\ \Omega$$

$$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{40 - 66.67}{15}$$

$$\theta = -60.65°$$

الجهد يتأخر عن التيار بزاوية 60.65°

---

٦٨ (١) (جـ)

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{(44 + 36)^2 + (90 - 30)^2}$$

$$= 100\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{100} = 2\ A$$

(٢) (ب)

$$V_R = IR = 2 \times 44 = 88\ V$$

$$V_{(ملف)} = IZ_{(ملف)} = I\sqrt{R^2_{(ملف)} + X_L^2}$$

$$= 2\sqrt{(36)^2 + (90)^2}$$

$$= 2 \times 96.93 = 193.87\ V$$

$$V_C = IX_C = 2 \times 30 = 60\ V$$

---

٧٠ 

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{13}{1} = 13\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{7}{220} = 10\ \Omega$$

$$Z^2 = R'^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$(13)^2 = R'^2 + (10 - 5)^2$$

$$R' = 12\ \Omega$$

$$R' = R + R_{(ملف)}$$

$$12 = R + 4 \quad , \quad R = 8\ \Omega$$

---

٧١ (١) (أ)

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{(3)^2 + (20 - 16)^2} = 5\ \Omega$$

(٢) (د)

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{20}{5} = 4\ A$$

(٣) (جـ)

$$V_1 = V_R = IR = 4 \times 3 = 12\ V$$

$$V_2 = V_L = IX_L = 4 \times 20 = 80\ V$$

$$V_3 = V_C = IX_C = 4 \times 16 = 64\ V$$

$$V_4 = V_L - V_C = 80 - 64 = 16\ V$$

---

٧٢ (جـ)

$$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\tan 30 = \frac{X_L - \frac{1}{2}X_L}{R}$$

$$\frac{X_L}{R} = 2 \times \tan 30$$

عند توصيل مكثف على التوازى :

$$X'_C = \frac{X_C}{2} = \frac{1}{4}X_L$$

$$\tan\theta = \frac{X_L - \frac{1}{4}X_L}{R} = \frac{3X_L}{4R}$$

$$= \frac{3}{4} \times 2 \times \tan 30$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\theta = 40.89°$$

---

٧٤ (ب)

$$X_L = 2\pi f L$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.1$$

$$= 31.43\ \Omega$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{IZ_1}{IZ_2} = \frac{\sqrt{R^2 + X_L^2}}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{(50)^2 + (31.43)^2}{(50)^2 + X_C^2}$$

$$X_C = 107.01\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C}$$

$$= \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 107.01}$$

$$= 2.97 \times 10^{-5}\ F$$

$$\simeq 30\ \mu F$$

٧٥ (ب)

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times \frac{5000}{\pi} \times 0.2$$

$$= 2000\ \Omega$$

$$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\tan\left(\frac{-\pi}{4}\right) = \frac{2000 - X_C}{500}$$

$$X_C = 2500\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times \frac{5000}{\pi} \times 2500}$$

$$= \mathbf{4 \times 10^{-8}\ F}$$



٧٦ (د)

$\because X_L > X_C$

∵ الجهد الكلى يتأخر عن التيار.

$\therefore X'_C > X_L$

∴ العنصر A هو **مكثف**

$$\tan\theta = \frac{X_L - X'_C}{R} = \frac{X_L - \left(X_C + (X_C)_A\right)}{R}$$

$$\tan(-45) = \frac{50 - \left(30 + (X_C)_A\right)}{40}$$

$$(X_C)_A = \mathbf{60\ \Omega}$$

---

٧٧ (١) (ج)

$$V_{max} = NBA \times 2\pi f$$

$$= 500 \times 5 \times 10^{-4} \times \frac{7}{11} \times 2 \times \frac{22}{7} \times 50$$

$$= 50\ V$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{(40)^2 + (80 - 110)^2} = 50\ \Omega$$

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{Z} = \frac{50}{50} = 1\ A$$

$$(V_L)_{max} = I_{max} X_L = 1 \times 80 = \mathbf{80\ V}$$

(٢) (أ)

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \mathbf{0.707\ A}$$

---

٧٩ (١) (د)

$\because X_L = X_C$

$\because Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$\therefore Z = R = 600\ \Omega$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{600} = \mathbf{\frac{11}{30}\ A}$$

(٢) (ب)

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(600)^2 + (800)^2}$$

$$= 1000\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{1000} = \mathbf{0.22\ A}$$

(٣) (ج)

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{(600)^2 + (800)^2}$$

$$= 1000\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{1000} = \mathbf{0.22\ A}$$

(٤) (أ)

$$Z = R = 600\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{600} = \mathbf{\frac{11}{30}\ A}$$

ثانيًا: إجابات أسئلة المقال

١ (١) تقل قيمة التيار المار فى الدائرة حيث تزداد معاوقة الدائرة لأنه فى حالة التيار المتردد يكون للملف الحث مفاعلة حثية فتتعين المعاوقة من العلاقة $\left(Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}\right)$ بينما فى حالة التيار المستمر فإن المفاعلة الحثية للملف تساوى الصفر فتكون المعاوقة مساوية للمقاومة الأومية فقط $(Z = R)$.

(٢) تقل قراءة الأميتر الحرارى لأن قيمة المعاوقة تتعين من العلاقة $\left(Z_1 = \sqrt{R^2 + (200)^2}\right)$ وعند استبدال الملف بسلك مقاومته $200\ \Omega$ تصبح المعاوقة $(Z_2 = R' = R + 200)$ فتزداد قيمة المعاوقة وتقل شدة التيار المار فى الدائرة حيث $\left(I \propto \frac{1}{Z}\right)$.

(٣) تزداد قيمة معامل الحث الذاتى للملف حيث $\left(L = \frac{\mu A N^2}{\ell}\right)$ وتزداد مفاعلته الحثية تبعًا للعلاقة $(X_L = \omega L)$ فتزداد قيمة المعاوقة الكلية للدائرة تبعًا للعلاقة $\left(Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}\right)$ وتقل القيمة الفعالة للتيار حيث $\left(I = \frac{V}{Z}\right)$ وتزداد زاوية الطور بين التيار والجهد الكلى.

---

٢ إذا كانت المفاعلة الحثية للملف (X_L) تساوى المقاومة الأومية حيث $\left(\tan\theta = \frac{X_L}{R}\right)$.

---

٣ أى أن الممانعة الكلية التى يلقاها التيار المتردد فى تلك الدائرة بسبب محصلة المقاومة الأومية والمفاعلة السعوية $= 200\ \Omega$

---

٤ تزداد قيمة التيار.

---

٥ إذا كانت المفاعلة السعوية للمكثف (X_C) تساوى المقاومة الأومية (R) حيث $\left(\tan\theta = \frac{-X_C}{R}\right)$.

٦

$$\because \theta = 60^\circ \quad , \quad \tan 60 = \sqrt{3}$$

$$\therefore \sqrt{3} = \frac{X_C}{R} \qquad \therefore \sqrt{3} = \frac{1}{2\pi f C R}$$

$$\therefore (2\pi f C R)^2 = \frac{1}{3} = 0.33$$

---

٧ (١)

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{R} \quad , \quad X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2} = \frac{(X_C)_1}{(X_C)_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

$$\frac{\tan 30}{\tan 60} = \frac{C_2}{C_1}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3\times\sqrt{3}} = \frac{C_2}{C_1} \quad , \quad C_2 = \frac{C_1}{3}$$

يستخدم مكثف سعته $\frac{1}{3}$ سعة المكثف الأول.

(٢) أجب بنفسك.

٨ يمر التيار لفترة زمنية قصيرة ثم ينقطع عند تمام شحن المكثف.

---

٩ إذا كانت المفاعلة السعوية للمكثف (X_C) تساوى المفاعلة الحثية للملف (X_L) حيث $\left(Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2}\right)$.

الفصل 4 الدرس الثالث

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ أ ٢ ب ٣ أ ٤ أ

٥ (١) أ (٢) ب

٦ (١) ب (٢) ب (٣) أ ٧ د

٨ د ٩ أ ١٠ د ١١ جـ

١٢ ب ١٣ ب ١٤ د ١٥ جـ

١٦ جـ ١٧ ب ١٨ ب ١٩ أ

٢٠ د ٢١ (١) أ (٢) ب ٢٢ جـ

٢٣ ب ٢٤ د ٢٥ ب

٢٦ (١) جـ (٢) د ٢٧ ب

٢٨ (١) ب (٢) جـ (٣) جـ

٢٩ (١) ب (٢) جـ ٣٠ جـ ٣١ د

٣٢ جـ ٣٣ د ٣٤ أ

٣٥ (١) جـ (٢) د

٣٦ (١) أ (٢) أ (٣) د ٣٧ د

٣٨ ب ٣٩ (١) أ (٢) د

٤٠ (١) جـ (٢) أ (٣) جـ

٤١ (١) د (٢) د

٤٢ (١) ب (٢) د (٣) ب

٤٣ (١) جـ (٢) أ

٤٤ (١) جـ (٢) د (٣) د

٤٥ (١) ب (٢) جـ (٣) ب

٤٦ (١) ب (٢) جـ (٣) د

٤٧ (١) ب (٢) ج (٣) د

٤٨ (١) د (٢) ب (٣) ج (٤) أ

٤٩ ج **٥٠** أ **٥١** أ **٥٢** د

٥٣ د

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (✱)

١٣ ب

$$X'_L = \frac{(X_L)_1 (X_L)_2}{(X_L)_1 + (X_L)_2} = \frac{R}{2}$$

$$X'_C = \frac{(X_C)_1 (X_C)_2}{(X_C)_1 + (X_C)_2} = \frac{R}{2}$$

$$\because X'_L = X'_C$$

∴ الدائرة فى حالة رنين.

∴ **الدائرة لها خواص أومية.**

١٦ 

$$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{12}{\sqrt{2}} = 6\sqrt{2}\ V$$

∵ الدائرة فى حالة رنين.

$$\therefore P_w = \frac{V_{eff}^2}{R} = \frac{(6\sqrt{2})^2}{10} = \mathbf{7.2\ W}$$

٢١ (١) أ

عند الوضع x تكون الدائرة فى حالة رنين.

$$f_x^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$\therefore L = \frac{1}{4\pi^2 f_x^2 C}$$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 \times (50)^2 \times \frac{1000}{\pi^2} \times 10^{-6}} = \mathbf{0.1\ H}$$

(٢) ب

$$\therefore Z = R$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{35}{50} = 0.7\ A$$

$$X_C = X_L = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.1$$

$$= 31.43\ \Omega$$

$$V_{(ملف)} = I\sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$= 0.7 \times \sqrt{(50)^2 + (31.43)^2}$$

$$= \mathbf{41.34\ V}$$

$$V_C = IX_C = 0.7 \times 31.43 = \mathbf{22\ V}$$

٢٧ ب

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$= \frac{7}{2 \times 22\sqrt{50 \times 10^{-6} \times 500 \times 10^{-12}}}$$

$$= \mathbf{100.6 \times 10^4\ Hz}$$

٢٨ (١) ب

$$C_2 = (30 + 32) \times 10^{-6} = 62 \times 10^{-6}\ F$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}} = \sqrt{\frac{5 L_1 \times 62 \times 10^{-6}}{L_1 \times 30 \times 10^{-6}}}$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{31}{3}}$$

$$\frac{750 \times 10^3}{f_2} = \sqrt{\frac{31}{3}}$$

$$f_2 = \mathbf{2.33 \times 10^5\ Hz}$$

(٢) ج

$$\lambda_2 = \frac{c}{f_2} = \frac{3 \times 10^8}{2.33 \times 10^5} = \mathbf{1.29 \times 10^3\ m}$$

(٣) ج

$$L_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2 C_1}$$

$$= \frac{(7)^2}{4 \times (22)^2 \times (750 \times 10^3)^2 \times 30 \times 10^{-6}}$$

$$= \mathbf{1.5 \times 10^{-9}\ H}$$

$$L_2 = 5 L_1 = 5 \times 1.5 \times 10^{-9}$$

$$= \mathbf{7.5 \times 10^{-9}\ H}$$

٢٩ (١) ب

فى حالة الرنين :

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

$$= \frac{(7)^2}{4 \times (22)^2 \times (980 \times 10^3)^2 \times 10 \times 10^{-3}}$$

$$= \mathbf{2.6 \times 10^{-12}\ F}$$

(٢) ج

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10^{-4}}{50} = 2 \times 10^{-6}\ A$$

٣٤ (١) أ

$$X_L = \omega L$$
$$= 2000 \times 5 \times 10^{-3}$$
$$= 10\ \Omega$$
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$
$$= \frac{1}{2000 \times 50 \times 10^{-6}}$$
$$= 10\ \Omega$$
$$\because X_C = X_L$$

∴ الدائرة فى حالة رنين.

$$\therefore Z = \grave{R} = 4 + 6 = 10\ \Omega$$
$$\because V = 20 \sin(\omega t)$$
$$\therefore V_{max} = 20\ V$$
$$\therefore I_{max} = \frac{V_{max}}{Z} = \frac{20}{10} = 2\ A$$

٣٥ (١) ج

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{50}{2} = 25\ \Omega$$
$$\because Z = R$$

∴ الدائرة فى حالة رنين.

(٢) د

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$
$$= \frac{1}{4 \times \left(\frac{22}{7}\right)^2 \times (50)^2 \times 1}$$
$$= 1.01 \times 10^{-5}\ F$$

٣٦ (١) أ

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{7}{2 \times 22 \times 50 \times 4 \times 10^{-6}}$$
$$= 795.45\ \Omega$$
$$X_L = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{1225}{484}$$
$$= 795.45\ \Omega$$
$$\because X_L = X_C$$

∴ تصبح معاوقة الدائرة أقل قيمة لها.

$$Z = R = 800\ \Omega$$

(٢) أ

* عند غلق المفتاح K_1 فقط :

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{(800)^2 + (795.45)^2}$$
$$= 1128.16\ \Omega$$

* عند غلق المفتاح K_2 فقط :

$$Z_2 = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(800)^2 + (795.45)^2}$$
$$= 1128.16\ \Omega$$
$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{1128.16}{1128.16} = \frac{1}{1}$$

(٣) د

تصبح معاوقة الدائرة أقل قيمة لها وتكون إضاءة المصباح كما فى حالة فتح المفتاحين.

$$Z = R = 800\ \Omega$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د).

٣٩ (١) أ

∵ التيار يتفق فى الطور مع فرق الجهد الكلى.

∴ الدائرة فى حالة رنين.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{200}{20} = 10\ A$$

(٢) د

$$\because X_L = X_C$$
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$
$$= \frac{7}{2 \times 22 \times 50 \times 10 \times 10^{-6}}$$
$$= 318.18\ \Omega$$
$$\therefore X_L = 318.18\ \Omega$$
$$X_L = 2\pi f L$$
$$318.18 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times L$$
$$L = 1.01\ H$$

٤٠ (١) ج

∵ الدائرة فى حالة رنين،

$$\therefore X_L = X_C$$

$X_L = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.5$

$= 157.14\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

$157.14 = \frac{7}{2 \times 22 \times 50 \times C}$

$C = \mathbf{2.02 \times 10^{-5}\ F}$

(٢) ⓐ

$\because R = Z$

$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{100}{4} = \mathbf{25\ A}$

(٣) ⓙ

$V_L = V_C = 25 \times 157.14$

$= \mathbf{3928.5\ V}$

---

٤١ (١) ⓓ

$C = \frac{Q}{V_C} = \frac{36 \times 10^{-3}}{9} = 4 \times 10^{-3}\ F$

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$= \frac{7}{2 \times 22\sqrt{\frac{49}{121} \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}}}$

$= \mathbf{125\ Hz}$

(٢) ⓓ

$X_L = 2\pi f L$

$= 2 \times \frac{22}{7} \times 125 \times \frac{49}{121} \times 10^{-3}$

$= \mathbf{\frac{7}{22}\ \Omega}$

$X_C = X_L = \mathbf{\frac{7}{22}\ \Omega}$

---

٤٢ (١) ⓑ

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$= \frac{7}{2 \times 22\sqrt{0.4 \times 0.4 \times 10^{-6}}} = \mathbf{397.7\ Hz}$

(٢) ⓓ

$I_{eff} = \frac{V}{R} = \frac{0.01}{10} = \mathbf{10^{-3}\ A}$

$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

$10^{-3} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

$I_{max} = \mathbf{1.41 \times 10^{-3}\ A}$

(٣) ⓑ

$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

$= \frac{7}{2 \times 22 \times 397.7 \times 0.4 \times 10^{-6}} = 1000\ \Omega$

$V_C = I X_C = 10^{-3} \times 1000 = \mathbf{1\ V}$

---

٤٣ (١) ⓙ

$\because V_L = V_C$

$\therefore X_L = X_C$

$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

$= \frac{7 \times 22}{2 \times 22 \times 50 \times 700 \times 10^{-6}} = 100\ \Omega$

$X_L = X_C = 100\ \Omega$

$X_L = 2\pi f L$

$100 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times L$

$L = \mathbf{\frac{7}{22}\ H}$

(٢) ⓐ

$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{20}{100} = 0.2\ A$

$V = IR = 0.2 \times 50 = 10\ V$

$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$

$10 = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$

$V_{max} = \mathbf{10\sqrt{2}\ V}$

---

٤٤ (١) ⓙ

* فى حالة استخدام مصدر تيار مستمر :

$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{1} = 12\ \Omega$

* عند استبدال المصدر المستمر بآخر متردد :

$Z = \frac{V}{I} = \frac{12}{0.6} = 20\ \Omega$

$Z^2 = R^2 + X_L^2$

$(20)^2 = (12)^2 + X_L^2$

$X_L = 16\ \Omega$

$X_L = 2\pi f L$

$16 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times L$

$L = $ **0.051 H**

(٢) د

عند إضافة المكثف للدائرة :

$\because I_{(\text{متردد})} = I_{(\text{مستمر})}$

$\therefore Z = R \qquad \therefore X_C = X_L$

$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

$16 = \frac{7}{2 \times 22 \times 50 \times C}$

$C = $ **1.99×10^{-4} F**

(٣) د

$\theta = $ **0°**

---

٤٥ (١) ب

فى حالة التيار المستمر :

$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{2} = $ **6 Ω**

(٢) جـ

فى حالة التيار المتردد (RL) :

$Z = \frac{V}{I} = \frac{12}{1.2} = 10\ \Omega$

$Z^2 = R^2 + X_L^2$

$(10)^2 = (6)^2 + X_L^2$

$X_L = $ **8 Ω**

(٣) ب

دائرة التيار المتردد (RLC) **فى حالة رنين** لأن شدة التيار تساوى شدة التيار المستمر (أكبر ما يمكن) = 2 A

---

٤٦ (١) ب

$X_L = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 80 \times 0.08$

$= 40.23\ \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(30)^2 + (40.23)^2}$

$= 50.18\ \Omega$

$I = \frac{V}{Z} = \frac{10}{50.18} = $ **0.2 A**

(٢) جـ

$\tan\theta = \frac{X_L}{R} = \frac{40.23}{30}$

$\theta = $ **53.3°**

(٣) د

يمكن جعل زاوية الطور = صفر عن طريق :

١- إدماج مكثف بالدائرة بحيث يكون : $X_L = X_C$

$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4 \times \left(\frac{22}{7}\right)^2 \times (80)^2 \times 0.08}$

$= $ **49.43 μF**

٢- إدماج مقاومة :

$R = 50.18 - 30 = $ **20.18 Ω**

حتى تكون $Z = R$ فى الدائرة الأولى.

---

٤٧ (١) ب

$\because X_L = X_C$

∴ الدائرة فى حالة رنين.

$\therefore Z = R = 30 + 10 = 40\ \Omega$

$I = \frac{V}{R} = \frac{200}{40} = 5\ A$

$V_{AC} = I Z_{AC} = I\sqrt{R_1^2 + X_L^2}$

$= 5\sqrt{(30)^2 + (40)^2} = $ **250 V**

(٢) جـ

$V_{BC} = I Z_{BC} = I\sqrt{X_C^2 + R_2^2}$

$= 5\sqrt{(40)^2 + (10)^2} = $ **206.16 V**

(٣) د

$P_w = I^2 (R_1 + R_2)$

$= (5)^2 \times (30 + 10) = $ **1000 W**

---

٤٨ (١) د

∵ عدد مرات وصول التيار من الوضع العمودى إلى الصفر = 101 مرة.

$101 = 2f + 1$

$f = 50\ Hz$

$X_L = 2\pi f L$

$= 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.1 = $ **31.43 Ω**

(٢) ب

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$= \frac{1}{2\times\frac{22}{7}\times 50\times 12\times 10^{-6}}$$

$$= 265.15\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{(8)^2 + (31.43 - 265.15)^2}$$

$$= 233.86\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{233.86} = \mathbf{0.94\ A}$$

(٣) ج

$$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{31.43 - 265.15}{8}$$

$$\theta = \mathbf{-88.04^\circ}$$

(٤) أ

ليصل التيار إلى أقصى قيمة فعالة يجب تغيير سعة المكثف لتصل الدائرة إلى حالة الرنين :

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4\times\left(\frac{22}{7}\right)^2\times(50)^2\times 0.1}$$

$$= \mathbf{1.01\times10^{-4}\ F}$$



٤٩ ج

∵ يمر فى الدائرة أقصى شدة تيار.

∴ الدائرة فى حالة رنين.

$$\therefore (X_L)_1 = (X_C)_1$$

$$Z_1 = R = 100\ \Omega$$

$$f_1 = f$$

عند استبدال المصدر :

$$f_2 = 2f$$

$$\because X_L \propto f \quad , \quad X_C \propto \frac{1}{f}$$

$$\therefore (X_L)_2 = 2(X_L)_1$$

$$\therefore (X_C)_2 = \frac{1}{2}(X_C)_1 = \frac{1}{2}(X_L)_1$$

$$Z_2^2 = R^2 + \left((X_L)_2 - (X_C)_2\right)^2$$

$$= R^2 + \left(2(X_L)_1 - \frac{1}{2}(X_L)_1\right)^2$$

$$= R^2 + \left(\frac{3}{2}(X_L)_1\right)^2 = (100)^2 + \frac{9}{4}(X_L)_1^2$$

$$\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{Z_2^2}{Z_1^2} = \frac{Z_2^2}{R^2}$$

$$\frac{I_1^2}{(0.45)^2 I_1^2} = \frac{(100)^2 + \frac{9}{4}(X_L)_1^2}{(100)^2}$$

$$\frac{9}{4}(X_L)_1^2 = \frac{(100)^2}{(0.45)^2} - (100)^2$$

$$(X_L)_1 = \mathbf{132.3\ \Omega} \quad , \quad (X_C)_1 = \mathbf{132.3\ \Omega}$$

---

٥٠ أ

* فى الحالة الأولى (حالة الرنين) :

$$R = Z = 8\ \Omega$$

$$f_1^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2 C}$$

$$L = \frac{1}{4\times\left(\frac{22}{7}\right)^2\times(60)^2 C} \quad ①$$

* فى الحالة الثانية :

عند زيادة التردد عن تردد الرنين تكون $(X_L > X_C)$

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$(10)^2 = (8)^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$X_L - X_C = 6\ \Omega$$

$$2\pi f_2 L - \frac{1}{2\pi f_2 C} = 6 \quad ②$$

بالتعويض من المعادلة (1) فى المعادلة (2) :

$$\left(2\times\frac{22}{7}\times 80\times\frac{1}{4\times\left(\frac{22}{7}\right)^2\times(60)^2 C}\right)$$

$$-\frac{1}{2\times\frac{22}{7}\times 80\,C}=6$$

$$\frac{7}{1980\,C}-\frac{7}{3520\,C}=6$$

$C = \mathbf{2.58\times10^{-4}\ F}$

بالتعويض بقيمة C فى المعادلة (1) :

$$L=\frac{1}{4\times\left(\frac{22}{7}\right)^2\times(60)^2\times 2.58\times10^{-4}}=\mathbf{0.027\ H}$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

(١) (1) لأن المفاعلة الحثية للملف (X_L) تتساوى مع المفاعلة السعوية للمكثف (X_C) وتلاشى كل منهما تأثير الأخرى ويصبح للدائرة أقل معاوقة حيث $(Z = R)$ وهى المقاومة الأومية فتكون شدة التيار نهاية عظمى حيث $(I \propto \frac{1}{Z})$.

(2) لتعويض الفقد المستمر فى الطاقة الكهربية الناتج عن مقاومة الملف والأسلاك الأخرى.

(٢) (1) يصبح التيار والجهد الكلى متفقين فى الطور فتنعدم زاوية الطور $(\theta = 0°)$.

(2) يفرغ المكثف شحنته خلال الدائرة فيمر تيار لحظى فى الملف فتنشأ قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية فى الملف وتختزن الطاقة فى الملف على صورة مجال مغناطيسى ثم يشحن المكثف فى الاتجاه المعاكس للاتجاه الأول وهكذا تتكرر العملية وتحدث اهتزازات سريعة جدًا فى الدائرة.

(٣)

RLC فى حالة رنين	RLC فى غير حالة رنين
$Z = R$	$Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$

(٤) إذا تساوت المفاعلة الحثية للملف (X_L) مع المفاعلة السعوية للمكثف (X_C).

(٥) أجب بنفسك.

(٦) تيار متردد (متغير الشدة والاتجاه) تقل الشدة العظمى له بمرور الزمن.

(٧) أجب بنفسك.

(٨) (1) ، (2) $\left(f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\right)$

- معامل الحث الذاتى للملف $\left(f\propto\frac{1}{\sqrt{L}}\right)$.
- سعة المكثف $\left(f\propto\frac{1}{\sqrt{C}}\right)$.

(٩) بإنقاص معامل الحث الذاتى للربع حيث $\left(f\propto\frac{1}{\sqrt{L}}\right)$.

(١٠) لكى يمر أقصى تيار فعال يجب أن تكون الدائرة فى حالة رنين $(X_L = X_C)$ وذلك عن طريق :

١- تغيير تردد الدائرة (f) مع ثبوت (L ، C) :

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\pi\sqrt{1\times1\times10^{-6}}}=159.09\ Hz$$

∴ يتم تغيير التردد ليصبح 159.09 Hz

٢- تغيير سعة المكثف (C) مع ثبوت (L ، f) :

$$f^2=\frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$\therefore C=\frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

$$=\frac{1}{4\pi^2\times(50)^2\times1}=10.12\times10^{-6}\ F$$

∴ يتم تغيير سعة المكثف لتصبح 10.12 μF

٣- تغيير معامل الحث الذاتى للملف (L) مع ثبوت (C ، f) :

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$\therefore L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$$

$$= \frac{1}{4\pi^2 \times (50)^2 \times 1 \times 10^{-6}} = 10.12\ H$$

∴ يتم تغيير معامل الحث الذاتى للملف ليصبح 10.12 H

الفصل 4 إجابات أسئلة الامتحانات

١ ب – ٢ د – ٣ جـ – ٤ د

٥ ب – ٦ ب – ٧ ب – ٨ أ

٩ جـ – ١٠ ب – ١١ أ – ١٢ أ

١٣ جـ – ١٤ أ – ١٥ أ – ١٦ جـ

١٧ أ – ١٨ ب – ١٩ د – ٢٠ د

٢١ د – ٢٢ جـ – ٢٣ د – ٢٤ جـ

٢٥ ب – ٢٦ د – ٢٧ جـ

إجابات الوحدة الثانية

الفصل 5 الدرس الأول

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ أ – ٢ جـ – ٣ د – ٤ جـ

٥ د – ٦ أ – ٧ ب – ٨ جـ

٩ أ – ١٠ أ – ١١ أ – ١٢ جـ

١٣ جـ – ١٤ ب – ١٥ جـ – ١٦ أ

١٧ جـ – ١٨ د – ١٩ ب – ٢٠ ب

٢١ د – ٢٢ د – ٢٣ د – ٢٤ ب

٢٥ أ – ٢٦ (١) ب (٢) ب – ٢٧ ب

٢٨ د – ٢٩ ب – ٣٠ جـ – ٣١ أ

٣٢ د – ٣٣ أ – ٣٤ د – ٣٥ جـ

٣٦ د – ٣٧ جـ – ٣٨ أ – ٣٩ جـ

٤٠ أ – ٤١ أ – ٤٢ أ – ٤٣ د

٤٤ جـ – ٤٥ ب – ٤٦ ب – ٤٧ د

٤٨ ب – ٤٩ جـ – ٥٠ أ – ٥١ أ

٥٢ ب – ٥٣ جـ

٥٤ (١) جـ (٢) أ (٣) أ (٤) د

٥٥ د – ٥٦ (١) جـ (٢) ب – ٥٧ جـ

٥٨ ب – ٥٩ جـ – ٦٠ أ – ٦١ ب

٦٢ د – ٦٣ (١) أ (٢) د – ٦٤ ب

٦٥ (١) د (٢) جـ

٦٦ (١) جـ (٢) ب (٣) جـ

٦٧ (١) أ (٢) ب – ٦٨ د – ٦٩ ب

٧٠ جـ – ٧١ (١) جـ (٢) د – ٧٢ د

٧٣ ب – ٧٤ جـ – ٧٥ د

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار اليها بالعلامة (✱)

١٢ جـ

من قانون ڤين :

$$\frac{(\lambda_{max})_1}{(\lambda_{max})_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{0.499 \times 10^{-6}}{9.66 \times 10^{-6}} = \frac{T_2}{6000}$$

$$T_2 = 309.9\ K$$

٢٦ (١) ب

$$(KE)_{max} = eV = 1.6 \times 10^{-19} \times 1000$$

$$= 1.6 \times 10^{-16}\ J$$

(٢) ب

$$(KE)_{max} = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2\,(KE)_{max}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-16}}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$= 1.88 \times 10^7\ m/s$$

٥٩ (د)

$$h = slope = \frac{\Delta (KE)_{max}}{\Delta \upsilon} = \frac{C - 0}{B - A} = \frac{C}{B - A}$$

٦٠ (١) (ج)

$$(E_w)_B = h(\upsilon_c)_B = 6.625 \times 10^{-34} \times 8 \times 10^{14} = 5.3 \times 10^{-19}\ J$$

(٢) (أ)

(٣) (أ)

$$(KE)_{max} = h\upsilon - h\upsilon_c = h(\upsilon - \upsilon_c) = 6.625 \times 10^{-34} \times (7 \times 10^{14} - 4 \times 10^{14}) = 1.99 \times 10^{-19}\ J$$

(٤) (د)

٦١ (١) (ج)

(٢) (ب)

من الرسم عندما تكون :

$$(KE)_{max} = 20 \times 10^{-20}\ J$$

فإن :

$$\upsilon = 6 \times 10^{14}\ Hz$$

$$\lambda = \frac{c}{\upsilon} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{14}} = 5 \times 10^{-7}\ m$$

٦٢ (د)

$$E_w = \frac{hc}{\lambda_c} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3000 \times 10^{-10}} = 6.625 \times 10^{-19}\ J$$

٦٣ (١) (أ)

$$E_w = E - KE = \frac{hc}{\lambda} - \frac{1}{2} m_e v^2 = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{623 \times 10^{-9}} - \left(\frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times (4.6 \times 10^5)^2\right) = 2.23 \times 10^{-19}\ J$$

(٢) (د)

$$\upsilon_c = \frac{E_w}{h} = \frac{2.23 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}} = 3.37 \times 10^{14}\ Hz$$

٦٤ (ب)

$$\upsilon_c = \frac{E_w}{h} = \frac{3.056 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}} = 4.61 \times 10^{14}\ Hz$$

∴ التردد A لا يسبب تحرر إلكترونات من السطح المعدنى لأنه أقل من التردد الحرج بينما الترددان C ، B يسببان تحرر إلكترونات من السطح المعدنى **والتردد B هو الذى يسبب تحرر أكبر عدد من الإلكترونات فى الثانية الواحدة** لأن عدد الإلكترونات يتناسب طرديًا مع عدد الفوتونات الساقطة والذى يتناسب طرديًا مع شدة الضوء.

٦٥ (١) (د)

$$E_w = \frac{hc}{\lambda_c}$$

$$\lambda_c = \frac{hc}{E_w} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2.2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 5.646 \times 10^{-7} m = 5646\ Å$$

∴ **الألوان الأخضر والأزرق والبنفسجى تتسبب فى انبعاث إلكترونات كهروضوئية لأن طولها الموجى أقل من الطول الموجى الحرج لسطح مادة الكاثود.**

(٢) (ج)

أكبر سرعة للإلكترونات المنبعثة من سطح الكاثود تكون عند سقوط الضوء البنفسجى عليه.

$$(KE)_{max} = E - E_w$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = \frac{hc}{\lambda} - E_w$$

$$\frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} v^2 = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4000 \times 10^{-10}} - (2.2 \times 1.6 \times 10^{-19})$$

$$v = 5.64 \times 10^5\ m/s$$

٦٦ (١) ⓙ

$$\upsilon_c = \frac{E_w}{h} = \frac{3 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$= 7.25 \times 10^{14}\ Hz$$

(٢) ⓑ

$$\lambda_c = \frac{c}{\upsilon_c} = \frac{3 \times 10^8}{7.25 \times 10^{14}}$$

$$= 4.14 \times 10^{-7}\ m$$

(٣) ⓙ

$$E = E_w + KE$$

$$h\upsilon = (3 + 2) \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= 8 \times 10^{-19}$$

$$\upsilon = \frac{8 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$= 1.21 \times 10^{15}\ Hz$$

---

٦٧ (١) ⓐ

$$\upsilon_c = \frac{E_w}{h} = \frac{9.6 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$= 1.45 \times 10^{15}\ Hz$$

$$\lambda_c = \frac{c}{\upsilon_c} = \frac{3 \times 10^8}{1.45 \times 10^{15}}$$

$$= 2.07 \times 10^{-7}\ m$$

(٢) ⓑ

$$h\upsilon = E_w + (KE)_{max}$$

$$= (9.6 \times 10^{-19}) + (9.6 \times 10^{-19})$$

$$= 19.2 \times 10^{-19}\ J$$

$$\upsilon = \frac{19.2 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}} = 2.9 \times 10^{15}\ Hz$$

---

٦٨ ⓓ

$$\Delta KE = 20\%\ h\upsilon = 20\%\ E$$

$$0.8 - 0.5 = \frac{20}{100}\ E$$

$$E = 1.5\ eV$$

$$KE = E - E_w$$

$$0.5 = 1.5 - E_w$$

$$E_w = 1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$$

---

٦٩ ⓑ

* تردد الضوء الساقط (a) :

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda}$$

$$\upsilon_a = \frac{3 \times 10^8}{4000 \times 10^{-10}} = 7.5 \times 10^{14}\ Hz$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = h(\upsilon_a - \upsilon_c)$$

$$\frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times (5.3 \times 10^5)^2$$

$$= 6.625 \times 10^{-34} \times (7.5 \times 10^{14} - \upsilon_c)$$

$$\upsilon_c = 5.57 \times 10^{14}\ Hz$$

* تردد الضوء الساقط (b) :

$$\upsilon_b = \frac{3 \times 10^8}{5500 \times 10^{-10}} = 5.45 \times 10^{14}\ Hz$$

∴ الاختيار الصحيح هو ⓑ.

---

٧٠ ⓙ

$$(KE)_{max} = h\upsilon - h\upsilon_c = h(\upsilon - \upsilon_c)$$

$$\frac{(KE_{max})_1}{(KE_{max})_2} = \frac{h(\upsilon_1 - \upsilon_c)}{h(\upsilon_2 - \upsilon_c)} = \frac{\upsilon_1 - \upsilon_c}{\upsilon_2 - \upsilon_c}$$

$$\frac{0.18}{4.32} = \frac{(6 \times 10^{14}) - \upsilon_c}{(1.6 \times 10^{15}) - \upsilon_c}$$

$$\upsilon_c = 5.565 \times 10^{14}\ Hz$$

$$(KE_{max})_1 = h(\upsilon_1 - \upsilon_c)$$

$$h = \frac{(KE_{max})_1}{\upsilon_1 - \upsilon_c} = \frac{0.18 \times 1.6 \times 10^{-19}}{(6 \times 10^{14}) - (5.565 \times 10^{14})}$$

$$= 6.62 \times 10^{-34}\ J.s$$

---

٧١ (١) ⓙ

$$E_w = h\upsilon_c$$

$$\upsilon_c = \frac{3.968 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}} = 5.989 \times 10^{14}\ Hz$$

$$\upsilon_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \times 10^8}{7000 \times 10^{-10}} = 4.29 \times 10^{14}\ Hz$$

فلا يسبب تحرر للإلكترون $(\upsilon_1 < \upsilon_c)$.

$$\upsilon_2 = \frac{3 \times 10^8}{6200 \times 10^{-10}} = 4.8 \times 10^{14}\ Hz$$

فلا يسبب تحرر للإلكترون $(\upsilon_2 < \upsilon_c)$.

$$\upsilon_3 = \frac{3 \times 10^8}{5000 \times 10^{-10}} = 6 \times 10^{14}\ Hz$$

فيسبب تحرر للإلكترون $(\upsilon_3 > \upsilon_c)$.

∴ الاختيار الصحيح هو ⓙ.

ثانيًا اجابات أسئلة المقال

(١) (١) لأن المصادر المشعة لا تشع كل الأطوال الموجية بنفس المقدار بل تختلف شدة الإشعاع مع الطول الموجي والطول الموجي الذى تكون له أقصى شدة إشعاع يتوقف على درجة حرارة المصدر.

(٢) نظرًا لأن درجة حرارة الأرض أو جسم الإنسان منخفضة نسبيًا فإن الإشعاعات الصادرة منها تكون ذات أطوال موجية كبيرة نسبيًا حسب قانون ڤين فتكون فى منطقة الأشعة تحت الحمراء غير المرئية.

(٣) لأنه طبقًا لقانون ڤين تقل قيمة الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع بزيادة درجة الحرارة فيتحول اللون من الأحمر (طول موجى كبير) إلى الأزرق (طول موجى صغير) تدريجيًا.

---

(٢) يزاح الطول الموجى الذى عنده أقصى شدة إشعاع تدريجيًا نحو الأقصر تبعًا لقانون ڤين $\left(\lambda_m \propto \frac{1}{T}\right)$.

---

(٣) • الإشعاع الصادر من الشمس : منطقة الضوء المرئى.

• الإشعاع الصادر من الأرض : منطقة الأشعة تحت الحمراء.

---

(٤) أجب بنفسك.

---

(٥) (١) الفكرة : الإشعاع الحرارى.

الشرح : يبقى الإشعاع الحرارى الصادر من جسم فترة حتى بعد تحرك الجسم من المكان.

(٢) الفكرة : الإشعاع الحرارى.

الشرح : اختلاف الإشعاع الحرارى الصادر عن الأجسام باختلاف درجة حرارتها.

---

(٢) (د)

$$KE = E - E_w = h\upsilon - E_w$$
$$= (6.625 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14})$$
$$- (3.968 \times 10^{-19})$$
$$= 7 \times 10^{-22}\ J$$

---

(٧٢) (د)

$$E = E_w + KE \quad , \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = E_w + (1.6 \times 10^{-19}) \qquad (1)$$

$$\frac{2\,hc}{\lambda} = E_w + (6.4 \times 10^{-19})$$

$$\therefore \frac{hc}{\lambda} = \frac{1}{2} E_w + (\frac{1}{2} \times 6.4 \times 10^{-19}) \qquad (2)$$

بمساواة المعادلتين (١) ، (٢) :

$$E_w + (1.6 \times 10^{-19})$$
$$= \frac{1}{2} E_w + (\frac{1}{2} \times 6.4 \times 10^{-19})$$
$$\therefore E_w = 3.2 \times 10^{-19}\ J$$

---

(٧٣) (ب)

$$(KE)_2 = z\,(KE)_1$$
$$\therefore h\upsilon_2 - h\upsilon_c = zh\upsilon_1 - zh\upsilon_c$$
$$zh\upsilon_c - h\upsilon_c = zh\upsilon_1 - h\upsilon_2$$
$$h\upsilon_c\,(z-1) = h\,(z\upsilon_1 - \upsilon_2)$$
$$\upsilon_c = \frac{z\upsilon_1 - \upsilon_2}{z-1}$$

---

(٧٤) (جـ)

$$(KE)_{max} = h\,(\upsilon - \upsilon_c)$$
$$\frac{(KE_{max})_1}{(KE_{max})_2} = \frac{h\,(\upsilon_1 - \upsilon_c)}{h\,(\upsilon_2 - \upsilon_c)}$$
$$\frac{1}{3} = \frac{(4 \times 10^{15}) - \upsilon_c}{(6 \times 10^{15}) - \upsilon_c}$$
$$(6 \times 10^{15}) - \upsilon_c = (12 \times 10^{15}) - 3\,\upsilon_c$$
$$2\,\upsilon_c = 6 \times 10^{15}$$
$$\upsilon_c = 3 \times 10^{15}\ Hz$$

٦ (١) الكشف عن ثروات الأرض أو الاستشعار عن بُعد أو أجهزة الرؤية الليلية.
(٢) الرادار.
(٣) التصوير الحرارى فى الطب وخاصةً مجال الأورام.

٧ ، ٨ أجب بنفسك.

٩ (١) الفكرة : الانبعاث الحرارى.
الشرح : انبعاث إلكترونات من سطح معدن عند تسخينه.
(٢) الفكرة : التأثير الكهروضوئى.
الشرح : انبعاث إلكترونات من سطح فلز عند سقوط الضوء عليه بتردد أكبر من أو يساوى التردد الحرج.

١٠ أجب بنفسك.

١١ يتحرك الشعاع الإلكترونى فى خط مستقيم ويصطدم بمنتصف الشاشة ولا تتكون صورة، بل تظهر نقطة مضيئة فى منتصف الشاشة.

١٢ حتى لا يحجب الضوء الساقط على الكاثود.

١٣ (١) نوع مادة السطح.
(٢) • طاقة الفوتون الساقط.
• نوع مادة السطح (دالة الشغل للسطح).
(٣) شدة الضوء الساقط على سطح المعدن (بشرط $\upsilon > \upsilon_c$).

١٤ (١) فتح وغلق الأبواب آليًا.
(٢) مصدر للإلكترونات المنبعثة عند سقوط ضوء ذو تردد أكبر من أو يساوى التردد الحرج على سطحه.

١٥ (١) لا تنبعث إلكترونات كهروضوئية.
(٢) تتحرر إلكترونات من سطح المعدن مكتسبة طاقة حركة.

١٦ (١) أجب بنفسك.
(٢) * **زيادة تردد الضوء** : زيادة طاقة حركة (أو سرعة) الإلكترونات المنبعثة.
* **زيادة شدة الضوء** : زيادة شدة التيار الكهروضوئى.

١٧ بتقليل شدة الضوء الساقط على سطح المعدن.

١٨ أجب بنفسك.

١٩

$KE = h\upsilon - E_w$

$\because (KE)_1 = (KE)_2$

$\therefore h\upsilon_1 - (E_w)_x = h\upsilon_2 - (E_w)_y$

$\because (E_w)_x > (E_w)_y$

$\therefore h\upsilon_1 > h\upsilon_2$

$\therefore \upsilon_1 > \upsilon_2$

٢٠ ، ٢١ أجب بنفسك.

الفصل 5 الدرس الثانى

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ ج — ٢ د — ٣ ج — ٤ ج
٥ د — ٦ ج — ٧ ج — ٨ ج
٩ أ — ١٠ ج — ١١ د — ١٢ أ
١٣ أ — ١٤ أ — ١٥ د
١٦ (١) د (٢) ب (٣) أ — ١٧ أ
١٨ أ — ١٩ ب — ٢٠ ب — ٢١ ج
٢٢ د — ٢٣ د — ٢٤ ب — ٢٥ ب
٢٦ د — ٢٧ ب — ٢٨ د — ٢٩ د
٣٠ د — ٣١ ج — ٣٢ ب — ٣٣ ب
٣٤ ب — ٣٥ ج — ٣٦ (١) ب (٢) ج
٣٧ ج — ٣٨ ج — ٣٩ ج — ٤٠ أ



٤١ ج — ٤٢ ج — ٤٣ ج — ٤٤ ب

٤٥ د — ٤٦ (١) أ (٢) أ — ٤٧ د

٤٨ د — ٤٩ د — ٥٠ ج — ٥١ أ

٥٢ ج — ٥٣ (١) ب (٢) أ

٥٤ (١) ج (٢) ب — ٥٥ أ — ٥٦ ج

٥٧ ج — ٥٨ ج — ٥٩ ب — ٦٠ د

٦١ أ — ٦٢ (١) أ (٢) د — ٦٣ ب

٦٤ ب — ٦٥ (١) ب (٢) ج — ٦٦ أ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (✻)

١١ د

$$m = \frac{h}{\lambda c} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{100 \times 10^{-9} \times 3 \times 10^{8}}$$

$$= \mathbf{2.21 \times 10^{-35}\ kg}$$

---

١٦ (١) د

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{770 \times 10^{-9}}$$

$$= \mathbf{2.58 \times 10^{-19}\ J}$$

(٢) ب

$$m = \frac{h}{\lambda c} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{770 \times 10^{-9} \times 3 \times 10^{8}}$$

$$= \mathbf{2.87 \times 10^{-36}\ kg}$$

(٣) أ

$$P_L = mc = 2.87 \times 10^{-36} \times 3 \times 10^{8}$$

$$= \mathbf{8.61 \times 10^{-28}\ kg.m/s}$$

---

٢٥ ب

$$P_L = mv$$

∵ كتلة الجسم ثابتة.

∴ الزيادة في كمية التحرك ناتجة عن الزيادة في السرعة.

$$\therefore v_2 = \frac{5}{4} v_1$$

$$\because KE = \frac{1}{2} mv^2$$

$$(KE)_2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{5}{4} v_1\right)^2$$

$$= \left(\frac{5}{4}\right)^2 (KE)_1$$

$$= 1.56\ (KE)_1$$

$$\Delta KE = (KE)_2 - (KE)_1$$

$$= 1.56\ (KE)_1 - (KE)_1$$

$$= 0.56\ (KE)_1$$

∴ تزداد طاقة الحركة بنسبة **56%**

---

٢٦ د

$$E = 10^{8} \times 60 \times 60 \times 24 \times 365.25$$

$$= 3.16 \times 10^{15}\ J$$

$$E = mc^2$$

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{3.16 \times 10^{15}}{(3 \times 10^{8})^2}$$

$$= 0.035\ kg$$

$$= \mathbf{35\ g}$$

---

٣٣ ب

$$P_L = \frac{E}{c}$$

$$\Delta P_L = \frac{E}{c} - \left(-\frac{E}{c}\right) = \mathbf{\frac{2E}{c}}$$

---

٣٤ ب

$$P_w = h\upsilon\phi_L = \frac{hc\phi_L}{\lambda} = \frac{hcN_{(\text{فوتون})}}{\lambda t}$$

$$N_{(\text{فوتون})} = \frac{P_w \lambda t}{hc}$$

$$\therefore N_{(\text{إلكترون})} = \frac{0.01\ P_w \lambda t}{hc}$$

$$= \frac{0.01 \times 39.6 \times 6000 \times 10^{-10} \times 1}{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}$$

$$= \mathbf{1.2 \times 10^{18}\ electron}$$

---

٣٦ (١) ب

$$E = h\upsilon = 6.625 \times 10^{-34} \times 92.4 \times 10^{6}$$

$$= \mathbf{6.12 \times 10^{-26}\ J}$$

(٢) ج

$$\phi_L = \frac{P_w}{E}$$

$$= \frac{100 \times 10^{3}}{6.12 \times 10^{-26}}$$

$$= \mathbf{1.63 \times 10^{30}\ photon/s}$$

---

٣٧ ج

$$F = \frac{2P_w}{c} = \frac{2 \times 10}{3 \times 10^{8}}$$

$$= \mathbf{6.67 \times 10^{-8}\ N}$$



٤٨ (جـ)

$$F = \frac{2P_w}{c} = \frac{2 \times 4000}{3 \times 10^8}$$

$$= \mathbf{2.67 \times 10^{-5}\ N}$$

---

٤٩ (د)

$$m = \frac{h}{\lambda v} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{5.5 \times 10^{-30} \times 12}$$

$$= \mathbf{10^{-5}\ kg}$$

---

٥٠ (جـ)

$$\lambda = \frac{h}{P_L}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta\lambda}{\Delta(\frac{1}{P_L})} = h$$

$$h = \frac{(12-0) \times 10^{-10}}{(181.8-0) \times 10^{22}}$$

$$= \mathbf{6.6 \times 10^{-34}\ J.s}$$

---

٥١ (أ)

$$v = \frac{h}{\lambda m_e} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{10^{-10} \times 9.1 \times 10^{-31}}$$

$$= \mathbf{7.28 \times 10^{6}\ m/s}$$

---

٥٢ (جـ)

$$\lambda_{(\text{للجسم})} = \frac{h}{mv} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{10 \times 5}$$

$$= \mathbf{1.325 \times 10^{-35}\ m}$$

---

٥٣ (١) (ب)

$$P_L = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{8 \times 10^{-7}}$$

$$= \mathbf{8.28 \times 10^{-28}\ kg.m/s}$$

(٢) (أ)

$$F = \frac{2P_w}{c} = \frac{2 \times 200}{3 \times 10^8}$$

$$= \mathbf{1.33 \times 10^{-6}\ N}$$

---

٥٤ (١) (جـ)

$\because KE = eV$

∴ طاقة الحركة التى يكتسبها الجسيم لا تعتمد على كتلته ولكن على فرق الجهد المستخدم لتعجيله وهو متساوٍ فى الحالات الثلاثة.

$$\therefore (KE)_A : (KE)_B : (KE)_C = \mathbf{1 : 1 : 1}$$

(٢) (ب)

$$(KE)_1 = (KE)_2$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{9}{1}$$

$$\because \frac{m_B}{m_A} = \frac{9\,m}{m} = \frac{9}{1}$$

∴ الجسيمان هما **A ، B**

$$\because \lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\therefore \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{m_A v_A}{m_B v_B} = \frac{m \times 3}{9\,m \times 1} = \mathbf{\frac{1}{3}}$$

---

٦٠ (د)

$$\because KE = \frac{1}{2} mv^2 \quad , \quad \lambda = \frac{h}{mv}$$

∵ كتلة الجسم ثابتة.

$$\therefore \frac{(KE)_1}{(KE)_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2}$$

$$\frac{KE}{16\,KE} = \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2}$$

$$\lambda_1 = 4\lambda_2$$

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = 4\lambda_2 - \lambda_2 = 3\lambda_2$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_1} = \frac{3\lambda_2}{4\lambda_2} = 0.75$$

أى تكون نسبة التغير هى **75%**

---

٦٣ (ب)

$$eV = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^3$$

$$= \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v^2$$

$$v = 4.19 \times 10^7\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{m_e v} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 4.19 \times 10^7}$$

$$= \mathbf{1.74 \times 10^{-11}\ m}$$



---

٦٤ (ب)

$$eV = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$1.6 \times 10^{-19} \times 500 = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v^2$$

$$v = 13.26 \times 10^6\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{m_e v} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 13.26 \times 10^6}$$

$$= \mathbf{5.49 \times 10^{-11}\ m}$$

٦٥ (١) ب

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = eV$$

$$\frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 20 \times 10^3$$

$$v = 83.9 \times 10^6 \text{ m/s}$$

(٢) ج

$$\lambda = \frac{h}{m_e v} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 83.9 \times 10^6}$$

$$= 8.68 \times 10^{-12} \text{ m}$$

٦٦ أ

$$\because eV = \frac{1}{2} mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 eV}{m}}$$

$$\because \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m\sqrt{\frac{2eV}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{\frac{2m^2eV}{m}}}$$

$$= \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta\lambda}{\Delta\left(\frac{1}{\sqrt{V}}\right)} = \frac{h}{\sqrt{2me}}$$

$$\therefore \text{slope} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

$$\because (\text{slope})_A < (\text{slope})_B$$

$$\therefore m_A > m_B$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لأنه تبعًا لظاهرة كومتون يكتسب الإلكترون جزء من طاقة الفوتون الساقط على شكل طاقة حركة ويتشتت.

(٢) لأن طاقة الفوتون تقل وينتقل جزء منها بالتصادم للإلكترون فيقل تردد الفوتون.

(٣) لأنها توضح أن الفوتون يتصادم مع الإلكترون كجسيم له كمية تحرك (mc) أى له كتلة وسرعة.

٢ أجب بنفسك.



٣

	الخصائص الجسيمية	الخصائص الموجية
(١)	تقل كتلته المكافئة وكمية تحركه	يزداد طوله الموجى ويقل تردده
(٢)	تزداد سرعته وكمية تحركه	يقل الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركته

٤ الطول الموجى للفوتون المشتت أكبر بسبب نقص طاقته وتردده.



٥

	الإلكترون	الفوتون
الطبيعة	جسيم مادى شحنته سالبة وله طبيعة موجية	كمّ من الطاقة (hυ) غير مشحون وله طبيعة موجية وجسيمية
الكتلة	* له كتلة سكون ثابتة.	* له كتلة أثناء حركته فقط $\left(m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\upsilon}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}\right)$ * إذا توقف عن الحركة تتلاشى كتلته وتتحول إلى طاقة $(E = mc^2)$.
كمية التحرك	له كمية تحرك $\left(P_L = \frac{h}{\lambda} = m_e v\right)$	له كمية تحرك $\left(P_L = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\upsilon}{c} = \frac{h}{\lambda}\right)$
قابلية التعجيل (زيادة السرعة)	يمكن تعجيله (زيادة سرعته) بالمجال الكهربى	لا يمكن تعجيله وسرعته ثابتة فى الفراغ $(3 \times 10^8 \text{ m/s})$

٦ (١) تنعكس الفوتونات عن السطح لأن الفوتونات تعامل هذا السطح كسطح متصل وتنعكس عنه.

(٢) تنفذ الفوتونات الساقطة من خلال المسافات البينية.

(٣) يقل الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون تبعًا لعلاقة دى برولى $(\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{m_e v})$.

---

٧ لأن الفوتونات أثناء حركتها لها كتلة مكافئة وكمية تحرك وهذه خصائص جسيمية، كذلك لها تردد وطول موجى وهذه خصائص موجية.

---

٨ ، ٩ أجب بنفسك.

---

١٠ (١) لأن شرط التكبير أن يكون الطول الموجى للأشعة الساقطة على الجسيم أقل من أبعاد الجسيم والطول الموجى للأشعة الضوئية أكبر من أبعاد الفيروس فلا تتكون صورة له بهذه الأشعة.

(٢) لأن الطول الموجى للضوء المرئى أكبر من المسافات البينية بين جزيئات هذه المواد فلا يستطيع النفاذ.

---

١١ أن يكون الطول الموجى المصاحب للشعاع المستخدم فى الميكروسكوب أقل من أبعاد الجسم الدقيق.

---

١٢ ١- أبعاد (قطر) الفيروس.

٢- الطول الموجى المصاحب لحركة الإلكترونات المستخدمة فى رصد الفيروس.

---

١٣ تقل الأطوال الموجية المصاحبة لحركة الإلكترونات وبالتالى يزداد معامل التكبير فى الميكروسكوب.

---

١٤ أجب بنفسك.

---

١٥ عن طريق تعجيل الشعاع الإلكترونى.

الفصل 5 إجابات أسئلة الامتحانات

١ (جـ) ٢ (أ) ٣ (جـ) ٤ (أ)
٥ (أ) ٦ (أ) ٧ (جـ) ٨ (أ)
٩ (د) ١٠ (أ) ١١ (جـ) ١٢ (أ)
١٣ (جـ) ١٤ (ب) ١٥ (ب) ١٦ (جـ)
١٧ (د)

الفصل 6

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ (ب) ٢ (أ) ٣ (جـ) ٤ (أ)
٥ (ب) ٦ (أ) ٧ (جـ) ٨ (د)
٩ (جـ) ١٠ (جـ) ١١ (جـ) ١٢ (أ)
١٣ (ب) ١٤ (جـ) ١٥ (أ) ١٦ (ب)
١٧ (د) ١٨ (د) ١٩ (ب) ٢٠ (ب)
٢١ (جـ) ٢٢ (جـ) ٢٣ (جـ) ٢٤ (أ)
٢٥ (جـ) ٢٦ (أ) ٢٧ (د) ٢٨ (د)
٢٩ (أ) ٣٠ (١) (جـ) (٢) (د) ٣١ (ب)
٣٢ (جـ) ٣٣ (ب) ٣٤ (ب)
٣٥ (١) (د) (٢) (د) (٣) (جـ) ٣٦ (د)
٣٧ (١) (د) (٢) (د) ٣٨ (ب) ٣٩ (جـ)
٤٠ (أ) ٤١ (جـ) ٤٢ (جـ) ٤٣ (د)
٤٤ (أ) ٤٥ (ب) ٤٦ (أ)
٤٧ (١) (ب) (٢) (د) (٣) (جـ) ٤٨ (ب)
٤٩ (جـ) ٥٠ (جـ) ٥١ (١) (ب) (٢) (ب)
٥٢ (د) ٥٣ (د) ٥٤ (أ) ٥٥ (جـ)
٥٦ (جـ) ٥٧ (أ) ٥٨ (أ) ٥٩ (جـ)
٦٠ (ب) ٦١ (أ) ٦٢ (جـ) ٦٣ (جـ)
٦٤ (أ) ٦٥ (جـ) ٦٦ (جـ) ٦٧ (د)
٦٨ (جـ) ٦٩ (ب) ٧٠ (أ) ٧١ (ب)
٧٢ (ب) ٧٣ (ب) ٧٤ (١) (د) (٢) (جـ)

٧٥ ب   ٧٦ ج   ٧٧ ب

٧٨ (١) ج (٢) د    ٧٩ أ   ٨٠ د

٨١ (١) أ (٢) د

٨٢ (١) ب (٢) ج (٣) ب (٤) د

٨٣ (١) د (٢) أ (٣) أ   ٨٤ ب

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

٢٩ أ

$$\lambda = \frac{h}{m_e v}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 7.28 \times 10^{5}}$$

$$= 1 \times 10^{-9}\ m$$

$$2\pi r = n\lambda$$

$$r = \frac{n\lambda}{2\pi} = \frac{3 \times 1 \times 10^{-9}}{2 \times \frac{22}{7}} = \mathbf{4.77 \times 10^{-10}\ m}$$

---

٣٠ (١) ج

$$n = 3$$

(٢) د

$$\because n\lambda = 2\pi r$$

$$\therefore \lambda = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 4.761 \times 10^{-10}}{3}$$

$$= \mathbf{9.98 \times 10^{-10}\ m}$$

---

٣١ ب

$$\lambda = \frac{h}{m_e v} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 1.09 \times 10^{6}}$$

$$= 6.68 \times 10^{-10}\ m$$

∵ مسار الإلكترون يتكون من موجتين كاملتين.

$$\therefore n = 2$$

$$2\pi r_n = n\lambda$$

$$2 \times \frac{22}{7} \times r_2 = 2 \times 6.68 \times 10^{-10}$$

$$r_2 = \mathbf{2.13 \times 10^{-10}\ m}$$



٣٢ ج

$$\because 2\pi r_n = n\lambda_n \quad , \quad \lambda = \frac{h}{m_e v}$$

$$\therefore 2\pi r_n = \frac{nh}{m_e v_n}$$

$$v_n = \frac{nh}{2\pi r_n m_e}$$

$$\frac{v_3}{v_4} = \frac{3h}{2\pi r_3 m_e} \times \frac{2\pi r_4 m_e}{4h}$$

$$= \mathbf{\frac{3 r_4}{4 r_3}}$$

---

٣٤ ب

$$E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$[(-0.85) - (-13.6)] \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{\lambda}$$

$$\lambda = 9.74 \times 10^{-8}\ m = \mathbf{974\ \mathring{A}}$$

---

٣٥ (١) د

$$2\pi r = n\lambda$$

$$\lambda = \frac{2\pi r}{n} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 0.53 \times 10^{-10}}{1}$$

$$= \mathbf{3.33 \times 10^{-10}\ m}$$

(٢) د

$$\lambda = \frac{h}{m_e v}$$

$$v = \frac{h}{m_e \lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 3.33 \times 10^{-10}}$$

$$= \mathbf{2.19 \times 10^{6}\ m/s}$$

(٣) ج

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\left[\left(\frac{-13.6}{(3)^2}\right) - (-13.6)\right] \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{12.09 \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= \mathbf{1.03 \times 10^{-7}\ m}$$

---

٣٦ د

$$E_\infty - E_n = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{14610 \times 10^{-10}}$$

$$\left[0 - \left(-\frac{13.6}{n^2}\right)\right] \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{14610 \times 10^{-10}}$$

$$\therefore n^2 = 16 \quad , \quad n = 4$$

* اسم السلسلة : **براكت**

$$E_5 - E_4 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\left[\left(\frac{-13.6}{25}\right) - \left(\frac{-13.6}{16}\right)\right] \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 4.0594 \times 10^{-6}\ m = \mathbf{40594\ \mathring{A}}$$

---

٣٧ (١) د

$$E_5 - E_1 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$(-0.87 \times 10^{-19}) + (21.76 \times 10^{-19})$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = \mathbf{9.51 \times 10^{-8}\ m}$$

(٢) د

أقل تردد فى سلسلة براكت :

$$E_5 - E_4 = h\upsilon$$

$$(-0.87 \times 10^{-19}) + (1.36 \times 10^{-19})$$

$$= 6.625 \times 10^{-34}\ \upsilon$$

$$\upsilon = \mathbf{7.4 \times 10^{13}\ Hz}$$



$$\because E \propto \frac{1}{n^2}$$

$$\therefore \frac{E_3}{E_2} = \frac{n_2^2}{n_3^2} = \frac{(2)^2}{(3)^2}$$

$$\therefore \frac{E_3}{-E} = \frac{4}{9} \qquad \therefore E_3 = \mathbf{\frac{-4}{9} E}$$



$$\Delta E = E_m - E_n = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E_n \propto \frac{1}{n^2}$$

$$\frac{\Delta E_1}{\Delta E_2} = \frac{E_2 - E_1}{E_3 - E_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{1}{4} - 1}{\frac{1}{9} - \frac{1}{4}} = \frac{27}{5}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \mathbf{\frac{5}{27}}$$



$$E_n - E_1 = mc^2$$

$$\therefore E_n = mc^2 + E_1$$

* للحصول على E_n بوحدة (eV) :

$$E_n = \frac{mc^2}{e} + E_1$$

$$= \frac{2.267 \times 10^{-35} \times (3 \times 10^8)^2}{1.6 \times 10^{-19}} - 13.6$$

$$= -0.85\ eV$$

$$\therefore n = \mathbf{4}$$

---

٤٤ أ

* أقل تردد فى متسلسلة باشن :

$$\Delta E = E_4 - E_3$$

$$h\upsilon_1 = E_4 - E_3 \qquad (1)$$

* أقل تردد فى متسلسلة بالمر :

$$h\upsilon_2 = E_3 - E_2 \qquad (2)$$

بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) :

$$\frac{h\upsilon_1}{h\upsilon_2} = \frac{E_4 - E_3}{E_3 - E_2}$$

$$\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{\left(\frac{-13.6}{(4)^2}\right) - \left(\frac{-13.6}{(3)^2}\right)}{\left(\frac{-13.6}{(3)^2}\right) - \left(\frac{-13.6}{(2)^2}\right)}$$

$$= \mathbf{\frac{7}{20}}$$

---

٤٥ ب

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}$$

$$E_2 = -3.4\ eV \quad , \quad E_5 = -0.544\ eV$$

$$E_5 - E_2 = 2.856\ eV$$

$$= 2.856 \times 1.6 \times 10^{-19}\ J$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2.856 \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 4.3494 \times 10^{-7}\ m = \mathbf{4349.4\ \mathring{A}}$$

---

٤٦ أ

$$E_4 - E_1 = \frac{hc}{\grave{\lambda}} \qquad (1)$$

$$E_2 - E_1 = \frac{hc}{\grave{\lambda}} \qquad (2)$$

بطرح المعادلتين ① ، ② :

$$E_4 - E_1 - (E_2 - E_1) = \frac{hc}{\grave{\lambda}} - \frac{hc}{\grave{\lambda}}$$

$$\therefore E_4 - E_2 = hc\left(\frac{1}{\grave{\lambda}} - \frac{1}{\grave{\lambda}}\right)$$

$$E_4 - E_2 = 6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} \times \left(\frac{1}{267 \times 10^{-9}} - \frac{1}{299 \times 10^{-9}}\right)$$

$$= 7.97 \times 10^{-20}\ J$$

---

٤٧ (١) ب

(٢) د

$$\because \Delta E = h\upsilon$$

$$\therefore \upsilon = \frac{\Delta E}{h} = \frac{E_4 - E_3}{h}$$

$$= \frac{[(-0.85) - (-1.51)] \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$= 1.59 \times 10^{14}\ Hz$$

(٣) جـ

$$\upsilon = \frac{\Delta E}{h} = \frac{E_4 - E_1}{h}$$

$$= \frac{[(-0.85) - (-13.6)] \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$= 3.08 \times 10^{15}\ Hz$$



٤٨ ب

$$\Delta E = E_3 - E_1 = \frac{-13.6}{9} - (-13.6)$$

$$= 12.09\ eV$$

$$E_w = \Delta E - KE$$

$$= 12.09 - 1.2$$

$$= 10.89\ eV$$



٤٩ جـ

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{656 \times 10^{-9}}$$

$$= 3.03 \times 10^{-19}\ J$$

$$\Delta E = \frac{3.03 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.89\ eV$$

$$\therefore \Delta E = -1.51 - (-3.4)$$

$$= 1.89\ eV$$

– 1.51 eV

– 3.4 eV

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ).

---

٥٠ جـ

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{487 \times 10^{-9}}$$

$$= 4.08 \times 10^{-19}\ J$$

$$\Delta E = \frac{4.08 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.55\ eV$$

$$\therefore \Delta E = -0.85 - (-3.4) = 2.55\ eV$$

– 0.85 eV

– 1.51 eV

– 3.4 eV

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ).

---

٥٢ د بفرض أن رتبة المستوى الأعلى هى m

$$E_m - E_n = \frac{hc}{\lambda_1} \quad ①$$

$$E_n - E_1 = \frac{hc}{\lambda_2} \quad ②$$

بجمع المعادلتين ① ، ② :

$$E_m - E_n + E_n - E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2}$$

$$E_m - E_1 = hc\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right)$$

$$(E_m + 13.6) \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= 6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} \times \left(\frac{1}{2624 \times 10^{-9}} + \frac{1}{97.45 \times 10^{-9}}\right)$$

$$E_m = -0.38\ eV$$

$$E_m = \frac{-13.6}{m^2}$$

$$-0.38 = \frac{-13.6}{m^2}$$

$$m = 6$$

٧٣ (د)

$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$, $E = \frac{-13.6}{n^2}$

$\therefore \lambda_{min} = \frac{hc}{E_\infty - E_1}$

$\lambda_{max} = \frac{hc}{E_2 - E_1}$

$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{E_\infty - E_1}{E_2 - E_1} = \frac{0-(-13.6)}{\frac{-13.6}{(2)^2} - (-13.6)} = \frac{4}{3}$

---

٧٤ (١) (د)

$E = \frac{hc}{\lambda}$

$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0.414 \times 10^{-10}} = 4.8 \times 10^{-15}$ J

(٢) (جـ)

$E = eV$

$V = \frac{4.8 \times 10^{-15}}{1.6 \times 10^{-19}} = 30 \times 10^3$ V

---

٧٦ (جـ)

$eV = h\upsilon$

$1.6 \times 10^{-19} \times 13255 = 6.625 \times 10^{-34} \times \upsilon$

$\upsilon = 3.2 \times 10^{18}$ Hz

---

٧٧ (ب)

$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{5 \times 10^{-18}}$

$= 3.975 \times 10^{-8}$ m

---

٧٨ (١) (جـ)

$eV = \frac{hc}{\lambda}$

$1.6 \times 10^{-19} \times 10000$

$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$

$\lambda = 1.24 \times 10^{-10}$ m $= 1.24$ Å

(٢) (د)

$\lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 50000}$

$= 2.48 \times 10^{-11}$ m $= 0.248$ Å

---

٨٠ (د)

عند زيادة فرق الجهد بين الأنود والكاثود يقل أقصر طول موجى للطيف المستمر حيث ($\lambda_{min} \propto \frac{1}{V}$) وتزداد طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود فيصل للأنود عدد أكبر من الإلكترونات فى الثانية فتزداد شدة الإشعاع.

∴ الاختيار الصحيح هو (د).

---

٨١ (١) (أ)

$eV = \frac{hc}{\lambda}$

$V = \frac{hc}{\lambda e} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0.4 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19}}$

$= 31.05 \times 10^3$ V

(٢) (د)

$\upsilon = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{0.4 \times 10^{-10}} = 7.5 \times 10^{18}$ Hz

---

٨٢ (١) (ب)

$E = eV = 1.6 \times 10^{-19} \times 30 \times 10^3$

$= 4.8 \times 10^{-15}$ J

(٢) (جـ)

$E = \frac{1}{2} m_e v^2$

$4.8 \times 10^{-15} = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v^2$

$v = 10.27 \times 10^7$ m/s

(٣) (ب)

$N = \frac{It}{e} = \frac{7 \times 10^{-3} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}}$

$= 4.375 \times 10^{16}$ electrons

(٤) (د)

$E = \frac{hc}{\lambda}$

$4.8 \times 10^{-15} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$

$\lambda = 4.14 \times 10^{-11}$ m $= 0.414$ Å

---

٨٣ (١) (د)

$N = \frac{Q}{e} = \frac{It}{e} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}}$

$= 3.125 \times 10^{16}$ electrons

(٢) (أ)

معدل الطاقة هو القدرة : $P_w = VI$

$= 40 \times 10^3 \times 5 \times 10^{-3} = 200$ W

(٣) (أ)

$P_w = 200 \times \frac{2}{100} = 4$ W

---

٨٤ (ب)

$v = \frac{P_L}{m_e} = \frac{63.7 \times 10^{-25}}{9.1 \times 10^{-31}}$

$= 7 \times 10^6$ m/s

$E = \frac{1}{2} m_e v^2 = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times (7 \times 10^6)^2$

$= 2.23 \times 10^{-17}$ J

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{2.23 \times 10^{-17}}$$

$$= \mathbf{8.91 \times 10^{-9}\ m}$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) تنتقل الذرات إلى مستويات إثارة مختلفة ($n = 2 , 3 , 4 , ...$) ثم تعود بعد فترة قصيرة جدًا (حوالى 10^{-8} s) إلى مستويات أدنى فتنبعث منها فوتونات بطاقات مختلفة مكونة مجموعات الطيف الخاصة بذرة الهيدروجين.

(٢) تنبعث فوتونات تقع فى منطقة الأشعة تحت الحمراء (سلسلة باشن).

٢ أجب بنفسك.

٣ (١) لأنه فى مجموعة ليمان ينتقل الإلكترون من أى مستوى خارجى إلى المستوى الأول K (أكبر فرق طاقة) فينبعث فوتون له أعلى طاقة وبالتالى أعلى تردد وأقل طول موجى، بينما فى مجموعة فوند ينتقل الإلكترون من أى مستوى خارجى إلى المستوى الخامس O (أقل فرق طاقة) فينبعث فوتون له أقل طاقة وبالتالى أقل تردد وأكبر طول موجى.

(٢) لأن بعض المجموعات لها أطوال موجية أقصر من الضوء المرئى مثل مجموعة ليمان وبعضها لها أطوال موجية أطول من الضوء المرئى مثل مجموعات باشن وبراكت وفوند.

(٣) لأن مجموعة بالمر تقع أطوالها الموجية فى منطقة الضوء المنظور (المرئى)، بينما مجموعة فوند التى لها تردد صغير وطولها الموجى كبير تقع فى أقصى منطقة الأشعة تحت الحمراء (غير المرئية).

٤ أجب بنفسك.

٥ كلاهما له نفس السرعة لأن سرعة الفوتون ثابتة دائمًا فى الفراغ وتساوى 3×10^{8} m/s

٦ أجب بنفسك.

٧ (١) لأن الأطوال الموجية لأشعة إكس أقل من المسافات البينية بين الذرات فتنفذ الأشعة خلال المواد.

(٢) لإكساب الإلكترونات المنبعثة من الكاثود طاقة حركة عالية جدًا وبالتالى عند اصطدامها بالهدف يمكن توليد الأشعة السينية عالية الطاقة.

(٣) لأن الطاقة التى تكتسبها الإلكترونات قبل تصادمها مع الهدف عالية تظهر على شكل طيف يحتوى على أطوال موجية قصيرة جدًا (ترددات عالية جدًا).

(٤) لأن الطيف المميز (الطيف الخطى) لأشعة X ينتج عند تصادم أحد الإلكترونات المعجلة بأحد الإلكترونات القريبة من نواة ذرة الهدف فيقفز الأخير إلى مستوى طاقة أعلى أو يغادر الذرة ويحل محله إلكترون آخر من أحد المستويات الخارجية ذات الطاقة الأعلى وفرق الطاقة بين المستويين يختلف من عنصر لآخر لذا يظهر فى صورة إشعاع له طول موجى محدد يميز مادة الهدف.

٨ (١) قد لا يظهر الطيف الخطى المميز لذرات مادة الهدف.

(٢) يزداد الطول الموجى للطيف الخطى المميز أو يقل تردده.

(٣) يحدث تأين لذرات الغاز بسبب ارتفاع طاقة الأشعة السينية.

٩ فرق الجهد بين الفتيلة والهدف.

١٠ * أن يطبق فرق جهد عالى بين الفتيلة والهدف فى أنبوبة كولدج لتكتسب الإلكترونات المنبعثة من الفتيلة طاقة حركة عالية.

* أن يصطدم أحد الإلكترونات المعجلة بإلكترون من مستوى طاقة قريب من إحدى أنوية مادة الهدف.

١١ * تـردد الإشـعاع الخطى لهدف عـدده الذرى أكبر : كبير.
* تـردد الإشـعاع الخطى لهدف عـدده الذرى أصغر : صغير.

١٢ ، ١٣ أجب بنفسك.

١٤ (١) λ_2 (٢) λ_1

١٥ أجب بنفسك.

الفصل 6 إجابات أسئلة الامتحانات

١ جـ	٢ أ	٣ أ	٤ د
٥ أ	٦ د	٧ د	٨ ب

الفصل 7

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ أ	٢ جـ	٣ ب	٤ ب
٥ جـ	٦ جـ	٧ جـ	٨ جـ
٩ ب	١٠ جـ	١١ أ	١٢ د
١٣ جـ	١٤ جـ	١٥ د	١٦ أ
١٧ أ	١٨ جـ	١٩ ب	٢٠ جـ
٢١ أ	٢٢ جـ	٢٣ ب	٢٤ ب
٢٥ د	٢٦ د	٢٧ جـ	٢٨ ب
٢٩ جـ	٣٠ ب	٣١ جـ	٣٢ جـ
٣٣ ب	٣٤ د	٣٥ جـ	٣٦ ب
٣٧ أ	٣٨ أ	٣٩ جـ	٤٠ ب
٤١ ب			

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) يمتـص الإلكترون فـى الشـكل (X) طاقة الفوتـون ويحدث له عملية إثارة فينتقل إلى المسـتوى E_2 ثم يعود إلى مستواه الأصلى E_1 بعـد انتهـاء فتـرة العمر لـه، بينما فى الشـكل (Z) ينبعـث فوتونـان مترابطـان متسـاويان فى الطول الموجى يتحركان فى نفس الاتجاه بنفس الطور ويعود الإلكترون للمستوى E_1

(٢) لا تحـدث انعكـاسـات متتـالية للفوتونات وبالتـالى لا تتـم عمـلية تضخيم (تكبير) للإشعاع فلا يتولد شعاع ليزر.

(٣) لا يتولد شعاع ليزر.

٢ : ٤ أجب بنفسك.

٥ النقاء الطيفى.

٦ (١) أجب بنفسك.

(٢) * شعـاع لـيزر (الهيليـوم – نيـون) : يعطى خط طيفى واحد.

* شـعاع مصبـاح النيـون : يتحلـل إلـى مكوناته المرئية والغير مرئية.

٧ هـى المادة الفعالة فى ليـزر (الهيليوم – نيون) حيـث تصـل ذراتها لحالـة الإسـكان المعكوس ويسود فيها الانبعاث المستحث مما يسبب تولد شعاع الليزر.

٨ تقـوم بنقـل طاقة الإثـارة إلى ذرات النيـون فتثار ذرات النيون وذلك يساعد على وصول ذرات النيون إلى حالة الإسكان المعكوس.

٩ : ١١ أجب بنفسك.

١٢ استخدام أشعة مرجعية لها نفس الطول الموجى للأشعة المنعكسة عن الجسم.

١٣ لأن أشـعة الليزر متوازية لا تتغير شدتها بزيادة المسافة المقطوعة فتكون مناسبة لتوصيل الإشارة للصواريخ.

الفصل 7 إجابات أسئلة الامتحانات

١ ب	٢ ب	٣ ب	٤ جـ
٥ أ	٦ جـ	٧ ب	٨ جـ
٩ د	١٠ ب		

الفصل 8 الدرس الأول

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ جـ	٢ أ	٣ جـ	٤ د
٥ ب	٦ د	٧ ب	٨ أ
٩ ب	١٠ د	١١ جـ	١٢ ب
١٣ د	١٤ جـ	١٥ أ	١٦ د
١٧ د	١٨ (١) أ (٢) د		١٩ أ
٢٠ ب	٢١ أ	٢٢ أ	٢٣ جـ
٢٤ د	٢٥ د	٢٦ ب	٢٧ جـ
٢٨ د	٢٩ ب	٣٠ د	٣١ د
٣٢ (١) ب (٢) ب		٣٣ ب	٣٤ ب
٣٥ د	٣٦ د	٣٧ د	٣٨ ب
٣٩ ب	٤٠ ب	٤١ د	٤٢ أ
٤٣ ب	٤٤ أ	٤٥ جـ	٤٦ ب
٤٧ ب	٤٨ ب	٤٩ أ	٥٠ د

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

١٧ د

$$p = N_A^- = 10^{10}\ cm^{-3}$$

$$n = \frac{n_i^2}{N_A^-} = \frac{(10^8)^2}{10^{10}} = 10^6\ cm^{-3}$$

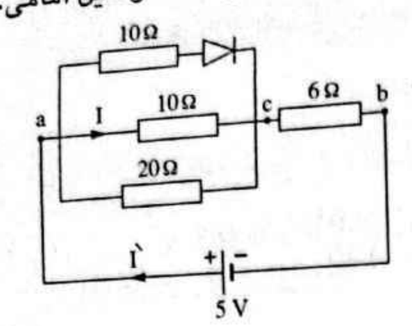
١٨ (١) أ

$$n = N_D^+ = 10^{12}\ cm^{-3}$$

$$p = \frac{n_i^2}{N_D^+} = \frac{(10^{10})^2}{10^{12}} = 10^8\ cm^{-3}$$

(٢) د

٣٢ (١) ب عندما تكون $V_a > V_b$ تكون الوصلة الثنائية فى حالة توصيل أمامى.



المقاومـات $10\ \Omega$, $10\ \Omega$, $20\ \Omega$ متصلـة على التوازى :

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20}$$

$$\therefore R_1 = 4\ \Omega$$

R_1 ، $6\ \Omega$ متصلتان على التوالى :

$$\therefore \grave{R} = 6 + 4 = 10\ \Omega$$

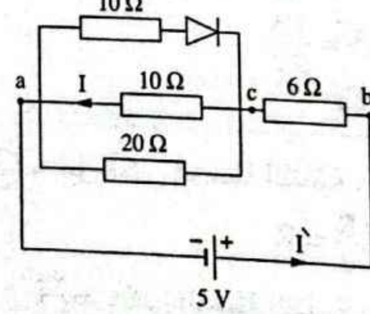
$$\grave{I} = \frac{V_B}{\grave{R}} = \frac{5}{10} = 0.5\ A$$

$$V_{ac} = \grave{I}R_1 = 0.5 \times 4 = 2\ V$$

$$I = \frac{V_{ac}}{10} = \frac{2}{10} = 0.2\ A$$

(٢) ب عندمـا تكـون $V_a < V_b$ تكون الوصلة الثنائيـة فـى حالـة توصيـل عكسـى ولا يمر بها تيار.

∴ يتـم إلغاء المقاومـة $10\ \Omega$ المتصلة على التوالى مع الوصلة الثنائية.



المقاومتـان $10\ \Omega$ ، $20\ \Omega$ متصلتـان على التوازى :

$$\therefore R_1 = \frac{10 \times 20}{10 + 20} = \frac{20}{3}\ \Omega$$

المقاومتان R_1 ، $6\,\Omega$ متصلتان على التوالى :

$$\therefore \grave{R} = \frac{20}{3} + 6 = \frac{38}{3} = 12.67\ \Omega$$

$$\grave{I} = \frac{V}{\grave{R}} = \frac{5}{12.67} = 0.395\ A$$

$$V_{ac} = \grave{I} R_1$$

$$= 0.395 \times \frac{20}{3} = 2.63\ V$$

$$I = \frac{V_{ac}}{10} = \frac{2.63}{10} = \mathbf{0.263\ A}$$

٣٣ (ب)

* فى حالة توصيل المنطقة p بالجهد موجب $+5\ V$ (التوصيل أمامى) :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{100} = \mathbf{0.05\ A}$$

* فى حالة توصيل المنطقة p بالجهد سالب $-5\ V$ (التوصيل عكسى) :

$$I = \mathbf{0}$$

٣٤ (ب)

$$\because P_w = \frac{V^2}{R_{(\text{دايود})}}$$

$$\therefore R_{(\text{دايود})} = \frac{V^2}{P_w} = \frac{(0.5)^2}{100 \times 10^{-3}}$$

$$= 2.5\ \Omega$$

$$\because P_w = I^2 R_{(\text{دايود})}$$

$$\therefore I = \sqrt{\frac{P_w}{R_{(\text{دايود})}}} = \sqrt{\frac{100 \times 10^{-3}}{2.5}}$$

$$\therefore I = 0.2\ A$$

$$\because \grave{R} = R + R_{(\text{دايود})} = \frac{V_B}{I}$$

$$\therefore R + 2.5 = \frac{1.5}{0.2}$$

$$\therefore R = \mathbf{5\ \Omega}$$

٣٥ (د) * قبل عكس الوصلة الثنائية :

$$\grave{R}_1 = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} = R$$

* بعد عكس الوصلة الثنائية :

$$\grave{R}_2 = R + \frac{R}{2} = 1.5\,R$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\grave{R}_2}{\grave{R}_1} = \frac{1.5\,R}{R} = \mathbf{\frac{3}{2}}$$

٣٨ (ب) * فى الشكل (١) :

$$\grave{R}_1 = 40 + \frac{30 \times 60}{30 + 60} = 60\ \Omega$$

$$I_1 = \frac{V}{\grave{R}_1} = \frac{6}{60} = \mathbf{0.1\ A}$$

* فى الشكل (٢) :

لا يمر تيار فى المقاومة $30\ \Omega$ لأن الوصلة الثنائية متصلة عكسيًا.

$$\therefore \grave{R}_2 = 40 + 60 = 100\ \Omega$$

$$I_2 = \frac{V}{\grave{R}_2} = \frac{6}{100} = \mathbf{0.06\ A}$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لأن ارتفاع درجة الحرارة يسبب كسر بعض الروابط وانطلاق إلكترونات وتكون فجوات تعملا على زيادة التوصيلية الكهربية لشبه الموصل.

(٢) لأن زيادة درجة الحرارة بمقدار كبير يؤدى إلى تفكك الشبكة البلورية وكسر الروابط وبالتالى تتحطم البلورة.

(٣) لأن شبه الموصل غير النقى به شوائب تعمل على توفير إلكترونات حرة أو فجوات تؤدى إلى زيادة التوصيلية الكهربية عن شبه الموصل النقى.

(٤) لأن ذرة الأنتيمون (خماسية التكافؤ) عندما ترتبط بالذرات المجاورة لها من السيليكون تشارك بأربعة إلكترونات ويتبقى إلكترون حر يزيد من تركيز الإلكترونات الحرة.

(٥) لأن حاملات الشحنة السائدة فيها هى الفجوات.

٢ (١) زيادة قدرة البلورة على التوصيل الكهربى.

(٢) تستخدم كمحسات للبيئة مثل الحرارة، الضوء، الضغط، التلوث بأنواعه.

٣ أجب بنفسك.

(١) خفض درجة حرارة البلورة.

(٢) تطعيم أشباه الموصلات بعناصر خماسية التكافؤ أو ثلاثية التكافؤ.

---

٥ (١) ثلاثة إلكترونات.

(٢) لا يجعلها موجبة الشحنة بل تكون متعادلة الشحنة، لأنه فى البلورة من النوع p يكون :

$p = n + N_A^-$

أى أن مجموع الشحنات السالبة = مجموع الشحنات الموجبة.

(٣) الفجوات.

(٤) خمسة إلكترونات.

(٥) لا يجعلها سالبة الشحنة بل تكون متعادلة الشحنة، لأنه فى البلورة من النوع n يكون :

$n = p + N_D^+$

أى أن مجموع الشحنات الموجبة = مجموع الشحنات السالبة.

---

٦ (١) تقل قراءة الأميتر لأن مقاومة النحاس تزداد بزيادة درجة حرارته.

(٢) تزداد قراءة الأميتر لأن مقاومة السيليكون تقل بزيادة درجة حرارته.

---

٧ (١) تصبح البلورة n موجبة الشحنة وتصبح البلورة p سالبة الشحنة ويتولد فرق جهد بين طرفى الوصلة الثنائية على جانبى موضع التلامس وعند وصوله إلى قيمة الجهد الحاجز يمنع انتشار المزيد من الإلكترونات أو الفجوات.

(٢) تعمل على تقويم التيار المتردد تقويمًا نصف موجيًا أى تسمح بمرور التيار فى أحد نصفى موجة الجهد المتردد ولا تسمح بمروره فى النصف الآخر وبذلك يصبح تيار موحد الاتجاه.

---

٨ (١) أجب بنفسك.

(٢)	الوصلة الثنائية	المقاومة الكهربية الأومية
التكوين	بلورة شبه موصل تحتوى على جزئين أحدهما من النوع n والآخر من النوع p	ملف من سلك لمادة ذات مقاومة نوعية مناسبة
حاملات الشحنة	الإلكترونات الحرة والفجوات	الإلكترونات الحرة
مرور التيار	ذو شدة كبيرة عند توصيل الوصلة أماميًا، وضعيف جدًا عند توصيلها عكسيًا	شدته ثابتة فى الاتجاهين لأن قيمة المقاومة ثابتة
أثر الحرارة	ارتفاع درجة الحرارة يسبب نقص المقاومة الكهربية وزيادة التوصيلية الكهربية	ارتفاع درجة الحرارة يسبب زيادة المقاومة الكهربية ونقص التوصيلية الكهربية

---

٩ أجب بنفسك.

---

١٠ يصبح التردد 100 Hz

---

١١ (١) المنطقة القاحلة (الفاصلة).

(٢) x بلورة من النوع n

y بلورة من النوع p

(٣) القطب السالب.

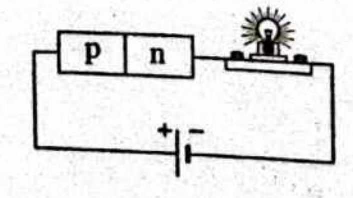
(٤) السيليكون أو الجرمانيوم.

---

١٢ أجب بنفسك.

---

١٣ (١) الدائرة الكهربية :



(٢) المجال الكهربى الناشئ عن البطارية يكون عكس اتجاه المجال الكهربى الداخلى للمنطقة الفاصلة فيضعفه ويقل الجهد الحاجز فيمر تيار كهربى يعمل على إضاءة المصباح.

(٣) عند عكس التوصيل مع فرق الجهد المستمر فإن المجال الكهربى الناشئ عن البطارية يقوى المجال الكهربى الداخلى للمنطقة الفاصلة فيزداد الجهد الحاجز وتزداد مقاومة الوصلة ولا يمر تيار كهربى ولا يضىء المصباح.

(٤) تيار مقوم تقويمًا نصف موجيًا لأن الوصلة الثنائية تسمح بمرور التيار فى اتجاه واحد فقط (فى حالة التوصيل الأمامى) ولا تسمح بمرور التيار فى الاتجاه المضاد (فى حالة التوصيل العكسى).

---

١٤ (١) توصيل أمامى.

(٢)



الفصل 8 الدرس الثانى

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١ د	٢ د	٣ ب	٤ ب
٥ د	٦ د	٧ (١) جـ (٢) د	
٨ ب	٩ د	١٠ د	١١ د
١٢ أ	١٣ ب	١٤ (١) جـ (٢) ب	
١٥ ب	١٦ أ	١٧ د	١٨ ب
١٩ د	٢٠ د	٢١ ب	٢٢ جـ
٢٣ ب	٢٤ د	٢٥ ب	٢٦ ب
٢٧ د	٢٨ جـ	٢٩ د	٣٠ ب
٣١ جـ	٣٢ أ	٣٣ ب	٣٤ أ
٣٥ جـ	٣٦ جـ	٣٧ أ	٣٨ د
٣٩ د	٤٠ جـ	٤١ أ	٤٢ جـ
٤٣ جـ			

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

٨ ب

$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e} = \frac{0.99}{1-0.99} = 99$$

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} \quad , \quad 99 = \frac{I_C}{100 \times 10^{-6}}$$

$$I_C = 9.9 \times 10^{-3}\ A$$

---

٩ د

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} \quad , \quad 24 = \frac{I_C}{24 \times 10^{-6}}$$

$$I_C = 576 \times 10^{-6}\ A$$

$$\alpha_e = \frac{\beta_e}{1+\beta_e} = \frac{24}{1+24} = 0.96$$

---

١٠ د

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{10 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-6}} = 50$$

$$\alpha_e = \frac{\beta_e}{1+\beta_e} = \frac{50}{1+50} = 0.98$$

---

١٣ ب

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} = \frac{1.5-0.5}{500} = 2 \times 10^{-3}\ A$$

---

١٤ (١) جـ

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

$$5 = 0.3 + (I_C \times 5 \times 10^3)$$

$$I_C = 0.94 \times 10^{-3} A$$

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} \quad , \quad 30 = \frac{0.94 \times 10^{-3}}{I_B}$$

$$I_B = 0.031 \times 10^{-3}\ A$$

(٢) (ب) $\alpha_e = \frac{\beta_e}{1+\beta_e} = \frac{30}{30+1} = \mathbf{0.97}$

---

(١٦) (أ)

$$\text{slope} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = \frac{96-0}{100-0} = 0.96$$

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \text{slope} = \mathbf{0.96}$$

$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e} = \frac{0.96}{1-0.96} = \mathbf{24}$$

---

(١٩) (د)

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

$$1.2 = (24 \times 10^{-3}) + (I_C \times 400)$$

$$I_C = 2.94 \times 10^{-3}\ A$$

$$I_E = I_C + I_B = (2.94 \times 10^{-3}) + (6 \times 10^{-5})$$

$$= 3 \times 10^{-3}\ A$$

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{2.94 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-3}} = \mathbf{0.98}$$

---

(٢٢) (جـ)

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{98 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-3}} = \mathbf{49}$$

$$\alpha_e = \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$$

$$\alpha_e = \frac{49}{1+49} = \mathbf{0.98}$$

---

(٢٣) (ب)

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

$$= \frac{1.5-0.5}{500} = 2 \times 10^{-3}\ A$$

$$I_B = \frac{V}{R_B} = \frac{0.1}{5000} = 2 \times 10^{-5}\ A$$

$$I_E = I_C + I_B = (2 \times 10^{-3}) + (2 \times 10^{-5})$$

$$= \mathbf{2.02 \times 10^{-3}\ A}$$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

(١) لأن القاعدة عرضها صغير جدًا كما أنها قليلة الشوائب، لذلك لا يستهلك بها إلا جزء صغير جدًا من تيار الباعث فيصبح $(I_C \simeq I_E)$ ويكون ثابت التوزيع $\left(\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}\right)$ قريب من الواحد الصحيح، وحيث إن تيار القاعدة صغير جدًا مقارنةً بتيار المجمع فتكون نسبة التكبير $\left(\beta_e = \frac{I_C}{I_B}\right)$ كبيرة جدًا.

---

(٢)

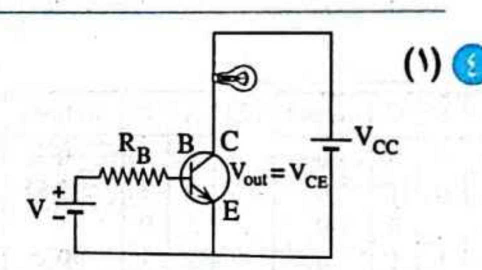
	الباعث	المجمع
نوع الذرات الشائبة	شوائب خماسية	شوائب خماسية
نوع التوصيل مع القاعدة	أمامى	عكسى
الجهد الحاجز مع القاعدة	صغير	كبير

---

(٣) أجب بنفسك.

---

(٤) (١)



(٢) عكس توصيل البطارية V

---

(٥) (١) بسبب التشويش الناتج عن الضوضاء الكهربية والتى تتداخل مع الإشارة التناظرية التى تحمل المعلومات وتشوشها.

(٢) لأنه فى الإلكترونيات الرقمية لا تؤثر التيارات العشوائية والتشويش والضوضاء الناتجة من الحركة العشوائية للإلكترونات على المعلومات الرقمية حيث تكمن المعلومة فى الكود أو الشفرة (1 ، 0) التى لا تتأثر بالإشارة الكهربية غير المنتظمة.

٦ تحويل الإشارة الكهربية إلى شفرة أساسها (1 ، 0).

٧ (١)

العدد العشرى / 2	$\frac{59}{2}$	$\frac{29}{2}$	$\frac{14}{2}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2}$
الناتج	29	14	7	3	1	0
الباقى	1	1	0	1	1	1

العدد الثنائى المكافئ للعدد 59 هو $(111011)_2$.

(٢) ، (٣) أجب بنفسك.

٨ (١)

الكود	0	1	1	1	1
النظام الثنائى	× 2^0	× 2^1	× 2^2	× 2^3	× 2^4
الكود × النظام الثنائى	0 +	2 +	4 +	8 +	16

= 30

(٢) ، (٣) أجب بنفسك.

٩ : ١١ أجب بنفسك.

١٢

(1)

A	B	output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(2)

A	B	C	output
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

(3) : (5) أجب بنفسك.

١٣ أجب بنفسك.

١٤ البوابة X (AND) ، البوابة Y (AND) ، البوابة Z (OR).

١٥ أجب بنفسك.

١٦



A	B	Out
1	1	1
0	1	1
1	0	1

١٧ أجب بنفسك.



الفصل 8 إجابات أسئلة الامتحانات

١ ب	٢ أ	٣ أ	٤ ب
٥ جـ	٦ ب	٧ ب	٨ ب
٩ جـ	١٠ أ	١١ د	١٢ أ